



TUGAS AKHIR (MO141326)

ANALISA RISIKO PENGEMBALIAN MATERIAL SUPPORT PADA PROYEK EPCI BANUWATI-K GAS COMPRESSOR PLATFORM

Mohamad Lukman Nur Khakim
NRP. 4312 100 017

DOSEN PEMBIMBING
SILVIANITA, S.T., M.Sc., Ph.D
Prof. Ir. DANIEL M ROSYID, Ph.D

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT (MO141326)

RISK ANALYSIS OF RETURN SUPPORT MATERIAL ON EPCI BANUWATI-K GAS COMPRESSOR PLATFORM PROJECT

Mohamad Lukman Nur Khakim

Reg. 4312 100 017

SUPERVISOR

SILVIANITA, S.T., M.Sc., Ph.D

Prof. Ir. DANIEL M ROSYID, Ph.D

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016

**ANALISA RISIKO PENGEMBALIAN MATERIAL *SUPPORT* PADA
PROYEK EPCI BANUWATI-K GAS COMPRESSOR PLATFORM**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

MOHAMAD LUKMAN NUR KHAKIM

NRP. 4312 100 017

Disetujui oleh :

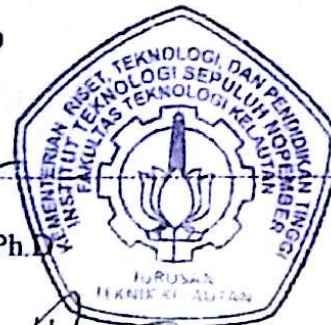
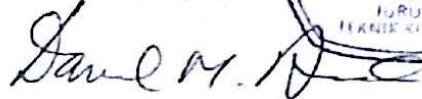
1. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

(Pembimbing 1)



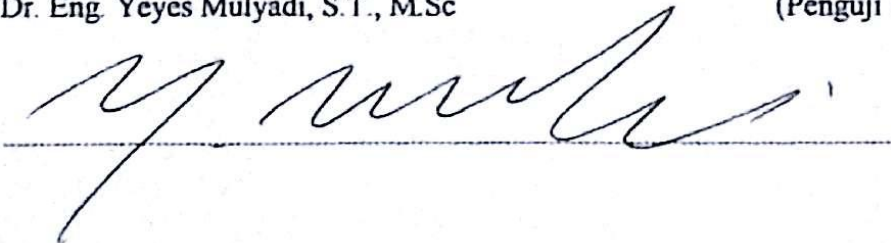
2. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

(Pembimbing 2)



3. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc

(Penguji 1)



SURABAYA, JULI 2016

ANALISA RISIKO PENGEMBALIAN MATERIAL *SUPPORT* PADA PROYEK EPCI BANUWATI-K GAS *COMPRESSOR PLATFORM*

Nama : Mohamad Lukman Nur Khakim
NRP : 4312100017
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Silvianita ST., M.Sc., Ph.D
Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

ABSTRAK

Pada pengerjaan satu proyek *fixed platform* sering kali tidak hanya dikerjakan oleh satu kontraktor saja, melainkan kerjasama dua atau beberapa kontraktor. Namun pada kenyataannya, kerjasama di lapangan dalam pembangunan *fixed platform* tidak selamanya berjalan sesuai dengan perencanaan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Dibutuhkan sinergi yang baik antara pihak kontraktor tersebut untuk menghindari adanya *miss* komunikasi yang bisa berakibat munculnya masalah bahkan kerugian pada proyek tersebut. Salah satu contoh permasalahannya yaitu tentang material *support* (*sea fastening*, *skid shoe* dan *shipping support*) yang digunakan pada proses pengiriman *jacket structure* ke tempat operasi sering tidak kembali kepada perusahaan kontraktor yang mempunyai hak milik atas material tersebut. Perlu adanya metode yang sistematis untuk mengatasi masalah material *support* tersebut. Pada tugas akhir ini menganalisa faktor penyebab dan dampak tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform di PT. ABC dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA). Dari kedua analisa tersebut dihasilkan diagram *bow-tie* yang berguna untuk mengetahui upaya pencegahan akar permasalahan dan pengurangan akibat permasalahan tersebut. Dari hasil analisa menggunakan FTA didapatkan hasil total peluang kejadian *top event* tidak kembalinya material *support* sebesar 0,7783. Dari diagram ETA diketahui dampak dari tidak kembalinya material *support* adalah perusahaan mengalami kerugian antara Rp.350.000.000,- hingga Rp.10.000.000.000,-. Selain kerugian finansial, perusahaan juga menanggung dampak lain yaitu menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal sampai dengan media internasional. Hasil dari kedua analisa tersebut dikombinasikan ke dalam *Bow-Tie Analysis* dalam bentuk *barrier* untuk tindakan pencegahan ancaman dari hasil metode *fault tree analysis* (FTA) dan *barrier* untuk tindakan pemulihan atau pengurangan konsekuensi dari hasil *event tree analysis* (ETA).

Kata Kunci : Analisa Risiko, Material Support, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis, Bow-Tie Analysis

RISK ANALYSIS OF RETURN SUPPORT MATERIAL ON EPCI BANUWATI-K GAS COMPRESSOR PLATFORM PROJECT

Name : Mohamad Lukman Nur Khakim
Reg. Number : 4312100017
Department : Ocean Engineering - ITS
Supervisor : Silvianita ST., M.Sc., Ph.D
Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

ABSTRACT

On a fixed platforms project are not only carried out by a contractor, but two or more contractors. Cooperation in the construction of fixed platforms is often not according to plan, it is caused by several factors. It takes a good synergy between the contractor to avoid miss communication may cause problems on the project. For the example is about support material (sea fastening, skid shoe and shipping support) used in the process of sending a jacket structure to operation place often does not return to the contractor. It needs a systematic method to overcome the problem of support material. In this thesis analyzes the causes and effects of EPCI project BANUWATI-K GAS Compressor Platform PT. ABC support material is not return, using Fault Tree Analysis (FTA) and Event Tree Analysis (ETA). From both the analysis generated bow-tie diagram to know the prevention measures and mitigation measures. From fault tree analysis, probability total of top event is 0.7783. From event tree analysis diagram, the contractor lose Rp.350.000.000, - to Rp.10.000.000.000, -. Beside, the contractor will got another impact like decreasing the contractor reputation and bad publicity will come out from local media to the international media. The results of both analyzes are combined into Bow-Tie Analysis in the form of barrier to preventive measures from fault tree analysis (FTA) and mitigation measures of the consequences from the event tree analysis (ETA).

Keywords: Risk Analysis, Support Material, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis, Bow-Tie Analysis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ISTILAH	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4

BAB II DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Tinjauan Umum Anjungan Lepas Pantai	6
2.2.2 Bagian <i>Fixed Platform</i>	12
2.2.3 Tahap Fabrikasi <i>Fixed Platform</i>	14
2.2.4 Tahap Pengangkutan ke Lokasi Operasi (<i>Transport</i>)	15
2.2.5 <i>Material Support</i>	18
2.2.6 Manajemen Proyek	21
2.2.7 Penilaian Risiko	22
2.2.7.1 Analisa Risiko Kuantitatif	26
2.2.7.2 Analisa Risiko Kualitatif	27

2.2.8 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	29
2.2.9 <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	33
2.2.10 <i>Bow-Tie Analysis</i>	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	39
3.2 Prosedur Penelitian	40

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data	45
4.2 Identifikasi Hazard	47
4.3 Pengolahan Data Faktor Penyebab Tidak Kembalinya <i>Material Support</i> dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	48
4.3.1 Perjanjian Kontrak Kurang Baik	50
4.3.2 Sistem Manajemen Buruk	51
4.3.3 Pengawasan yang Lemah	52
4.3.4 Komunikasi Antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik	54
4.4 Pengolahan Data Faktor Akibat Tidak Kembalinya <i>Material Support</i> Pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor <i>Platform</i> Dengan Metode <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	64
4.5 Pengolahan Data Penghambat (<i>Barrier</i>) Terkait Tidak Kembalinya <i>Material Support</i> pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor <i>Platform</i> Dengan Metode <i>Bow-Tie Analysis</i>	75

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84

DAFTAR PUSTAKA	85
-----------------------------	----

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol –Simbol <i>Fault Tree</i>	30
Tabel 2.2 Simbol –Simbol <i>Fault Tree</i> (Lanjutan)	31
Tabel 4.1 Tabel Spesifikasi Material <i>Support</i>	46
Tabel 4.2 <i>Basic Event</i> FTA	55
Tabel 4.3 Data Responden	56
Tabel 4.4 Indeks Frekuensi	57
Tabel 4.5 Probabilitas <i>Basic Event</i>	58
Tabel 4.6 <i>Minimal Cut Set</i> pada Proses Perjnajian Kontrak Kurang Baik	59
Tabel 4.7 <i>Minimal Cut Set</i> pada Sistem Manajemen yang Buruk	60
Tabel 4.8 <i>Minimal Cut Set</i> pada Pengawasan yang Lemah	61
Tabel 4.9 <i>Minimal Cut Set</i> pada Komunikasi antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik	61
Tabel 4.10 Probabilitas <i>Top Event</i>	62
Tabel 4.11 Ringkasan Konsekuensi dari Masing-Masing <i>Output</i>	70
Tabel 4.12 <i>Frequency Index</i> (FI) untuk <i>Risk Matrix</i>	71
Tabel 4.13 <i>Severity Index</i> (SI) untuk <i>Risk Matrix</i>	72
Tabel 4.14 Hasil Wawancara Responden	73
Tabel 4.15 <i>Risk Matrix</i>	73
Tabel 4.16 Hasil Risiko Tidak Kembalinya Material <i>Support</i>	74
Tabel 4.17 Hasil <i>Output</i> pada <i>Risk Index</i>	74
Tabel 4.18 Daftar <i>Threat</i> pada Diagram <i>Bow-Tie</i>	78
Tabel 4.19 Daftar <i>Threat</i> pada Diagram <i>Bow-Tie</i> (Lanjutan)	79
Tabel 4.20 Daftar Konsekuensi pada Diagram <i>Bow-Tie</i>	79
Tabel 4.21 Daftar Konsekuensi pada Diagram <i>Bow-Tie</i> (Lanjutan)	80
Tabel 4.22 Daftar Konsekuensi pada Diagram <i>Bow-Tie</i> (Lanjutan)	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fixed Platform</i>	7
Gambar 2.2 <i>Semi-submersible Platform</i>	8
Gambar 2.3 <i>Jack-Up Drilling Rig</i>	8
Gambar 2.4 <i>Drillship</i>	9
Gambar 2.5 <i>FPSO</i>	9
Gambar 2.6 <i>TLP</i>	10
Gambar 2.7 <i>Gravity-based structure</i>	11
Gambar 2.8 <i>Spar Platform</i>	12
Gambar 2.9 <i>Topside</i>	13
Gambar 2.10 <i>Jacket structure</i>	14
Gambar 2.11 <i>Proses Fabrikasi</i>	15
Gambar 2.12 <i>Proses Load Out</i>	17
Gambar 2.13 <i>Proses Tranport ke Lokasi Operasi</i>	18
Gambar 2.14 <i>Sea Fastening</i>	19
Gambar 2.15 <i>Skid Shoe</i>	19
Gambar 2.16 <i>Skid Beam</i>	20
Gambar 2.17 <i>Deck Support Frame</i>	20
Gambar 2.18 <i>Deck Support Unit</i>	21
Gambar 2.19 <i>Model Fault Tree Analysis</i>	32
Gambar 2.20 <i>Diagram Event Tree Analysis</i>	33
Gambar 2.21 <i>Tahap Analisa Event Tree Analysis</i>	34
Gambar 2.22 <i>Bow-Tie Diagram</i>	36
Gambar 2.23 <i>Bow-Tie Analysis proccess</i>	38
Gambar 3.1 <i>Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir</i>	39
Gambar 3.2 <i>Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)</i>	40
Gambar 4.1 <i>Material Support pada Jacket</i>	45
Gambar 4.2 <i>Diagram FTA Tidak Kembalinya Material Support</i>	49
Gambar 4.3 <i>Faktor-Faktor Isi Perjanjian Kontrak Kurang Lengkap</i>	50
Gambar 4.4 <i>Faktor-Faktor Isi Perjanjian Kontrak Tidak Dilaksanakan</i>	51
Gambar 4.5 <i>Faktor-Faktor Sistem Manajemen yang Buruk</i>	52

Gambar 4.6 Faktor-Faktor Jumlah Pengawas Terbatas.....	53
Gambar 4.7 Faktor-Faktor Koordinasi Antar Pengawas Buruk	53
Gambar 4.8 Faktor-Faktor Komunikasi Antar Kontraktor dan Sub Kontraktor.....	54
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Probabilitas	63
Gambar 4.10 Diagram ETA Akibat Tidak Kembalinya Material <i>Support</i>	65
Gambar 4.11 Diagram <i>Bow-Tie</i>	75
Gambar 4.12 Hasil <i>Bow-Tie Diagram</i>	77

DAFTAR ISTILAH

<i>Barrier</i>	: Penghalang yang berfungsi sebagai pencegahan penyebab dan pengurangan dampak resiko dalam bow-tie analysis.
<i>Basic Event</i>	: Kejadian dasar yang menyebabkan suatu masalah.
<i>Cut Set</i>	: Kombinasi kejadian pembentuk <i>fault tree</i> yang bila semua terjadi akan menyebabkan <i>top event</i> terjadi.
<i>Hazard</i>	: Resiko atau bahaya.
<i>Initiating Event</i>	: Kejadian yang mengawali urutan kegagalan yang dapat mengakibatkan dampak yang tidak diinginkan.
<i>Minimal Cut Set</i>	: Kombinasi terkecil kejadian pembentuk <i>fault tree</i> yang bila semua terjadi akan menyebabkan <i>top event</i> terjadi.
<i>Mitigation</i>	: Langkah pengurangan dampak dari suatu kegagalan yang terjadi.
<i>Pivotal Event</i>	: Kejadian perantara antara <i>initiating event</i> dan <i>consequence</i> . <i>Pivotal Event</i> merupakan kejadian gagal maupun sukses dari metode keselamatan yang diterapkan untuk mencegah <i>initiating event</i> agar tidak mengakibatkan sebuah kegagalan. Bila <i>pivotal event</i> bekerja dengan sukses, dapat menghentikan skenario kegagalan dan disebut sebagai kejadian yang meringankan. Bila <i>pivotal event</i> gagal bekerja, maka skenario kegagalan terjadi dan disebut sebagai kejadian yang memberatkan.
<i>Prevention</i>	: Kejadian pencegah penyebab suatu kegagalan.
<i>Risk Matrix</i>	: Matriks penggolongan tingkat resiko.
<i>Top Event</i>	: Kejadian awal yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar penyebab kegagalan tersebut terjadi.
<i>Threat</i>	: Ancaman

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Kuesioner Dan Wawancara Pencarian *Basic Event* dan Pengukuran Probabilitas
- LAMPIRAN B : Hasil *Minimal Cut Set* dengan Bantuan *Software DPL Syncopation*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anjungan lepas pantai merupakan sebuah struktur yang digunakan untuk proses eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi yang letaknya berada pada area lepas pantai. Beberapa jenis yang banyak digunakan di Indonesia adalah *fixed platform*. Dalam perancangan sebuah *platform* ada beberapa aspek penting yang harus diperhatikan, yaitu aspek biaya (keekonomian), aspek fasilitas dan peralatan untuk pengembangan migas dilaut, dan aspek penting lainnya dalam perancangan platform laut dalam di Indonesia yaitu harus mempertimbangkan kemampuan galangan konstruksi (*construction yard*) (Suroso, 2003).

Sebuah proyek merupakan kegiatan yang dilakukan secara terorganisir untuk mencapai tujuan tertentu dengan menggunakan anggaran biaya serta sumber daya yang ada, yang juga terdapat jadwal perencanaan dengan batas waktu untuk menyelesaikan proyek tersebut (Nurhayati, 2010). Proyek adalah sesuatu yang dinamis, jika kontraktor menginginkan keuntungan yang optimum, maka harus peka dan tanggap terhadap perubahan situasi dan kondisi yang terjadi pada proyek. Agar proyek dapat tetap terlaksana tanpa mengalami masalah, maka kontraktor harus membuat suatu kebijakan perencanaan yang cermat untuk mengantisipasi keadaan-keadaan tersebut (Lock, 1987).

Kemajuan dalam kegiatan industri pada beberapa aspek memerlukan manajemen atau pengelolaan yang dituntut memiliki kinerja, kecermatan, keekonomisan, keterpaduan, kecepatan, ketepatan, ketelitian, serta keamanan yang tinggi dalam rangka memperoleh hasil akhir yang sesuai harapan. Pengelolaan suatu kegiatan dengan investasi berskala besar dan tingkat kompleksitas yang sangat sulit membutuhkan cara teknis atau metode yang teruji, sumber daya yang berkualitas, serta penerapan ilmu pengetahuan yang *up to date* (Husen, 2010).

Proses pembangunan *fixed platform* tidak selamanya sesuai dengan perencanaan. Terkadang banyak faktor yang mempengaruhi proses pembangunan *fixed platform* tersebut, antara lain waktu atau penjadwalan, biaya yang

dianggarkan, peralatan dan material yang diperlukan, sumber daya manusia (*man power*) dan jam pekerja (*man hours*).

Pada satu proyek *fixed platform* sering sekali dikerjakan tidak hanya satu kontraktor, melainkan kerjasama dua atau beberapa kontraktor. Dibutuhkan sinergi yang baik antara pihak kontraktor tersebut untuk menghindari adanya *miss* komunikasi yang bisa berakibat munculnya masalah bahkan kerugian pada proyek tersebut. Salah satu contoh permasalahannya yaitu tentang material *support* (*sea fastening, skid shoe* dan *shipping support*) yang digunakan pada proses pengiriman *jacket structure* ke tempat operasi sering tidak kembali kepada perusahaan kontraktor yang mempunyai hak milik atas material tersebut. Permasalahan material ini sering diabaikan, sedangkan masalah ini memiliki potensi risiko dan kerugian yang cukup besar setelah proyek selesai dilaksanakan.

EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform* merupakan salah satu proyek PT. ABC Indonesia di sektor migas. *Platform* ini merupakan pesanan dari perusahaan KLM. *Platform* beroperasi di sebelah tenggara Pulau Sumatera. Proyek ini telah selesai dikerjakan, namun terdapat beberapa masalah. Salah satu diantaranya yaitu terkait material pendukung yang digunakan dalam proses pengiriman *jacket* dan *topside*. Material tersebut belum dikembalikan oleh PT. XYZ selaku pihak yang menangani proses pengiriman dan instalasi, sedangkan proses tersebut sudah selesai dilaksanakan. Material-material tersebut merupakan milik PT. ABC. Total nilai material-material tersebut diperkirakan USD. 700.000. Selain nilai material, terdapat kerugian nilai fungsi dari material tersebut, dikarenakan material tersebut sebenarnya dapat digunakan kembali untuk proyek-proyek berikutnya. Sehingga keuntungan yang diperoleh kontraktor dari proyek tersebut berkurang.

Perlu adanya identifikasi untuk mengetahui penyebab mengapa hal tersebut dapat terjadi dan dampak jika material tersebut tidak kembali kepada PT. ABC. Kemudian menentukan langkah-langkah untuk mencegah hal tersebut terjadi lagi pada proyek-proyek selanjutnya. Metode yang akan digunakan adalah *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Event Tree Analysis (ETA)*. Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab mengapa permasalahan dapat terjadi. Setelah mengetahui penyebab-penyebabnya

menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA), selanjutnya adalah mencari dampak yang ditimbulkan dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis* (ETA). Metode *Event Tree Analysis* (ETA) digunakan dalam menganalisa konsekuensi yang timbul dari kegagalan atau kejadian yang tidak diinginkan.. Setelah mengetahui dampak, langkah selanjutnya adalah melakukan upaya untuk mengurangi kerugian dan mencegah hal tersebut terjadi lagi pada proyek-proyek selanjutnya.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam tugas akhir ini adalah :

1. Apa saja penyebab material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*?
2. Apa saja dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis*?
3. Bagaimana indeks risiko setiap dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali dengan menggunakan *risk matrix*?
4. Bagaimana upaya untuk mencegah dan upaya untuk mengurangi dampak akibat material *support* tidak kembali?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui apa saja penyebab material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.
2. Untuk mengetahui apa saja dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis*.
3. Untuk mengetahui indeks risiko setiap dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali dengan menggunakan *risk matrix*.
4. Untuk mengetahui upaya untuk mencegah dan upaya untuk mengurangi dampak akibat material *support* tidak kembali.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apa saja penyebab material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.
2. Mengetahui dampak-dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali pada proyek *fixed platform* dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis*.
3. Dapat mengetahui indeks risiko setiap dampak yang ditimbulkan akibat material *support* tidak kembali dengan menggunakan *risk matrix*.
4. Dapat mengetahui upaya apa saja untuk mencegah dan mengurangi dampak akibat material *support* tidak kembali.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan ruang lingkup dari permasalahan, maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform* di PT. ABC Indonesia.
2. Fokus penelitian ini hanya pada material *support* yang digunakan pada proses pengiriman *jacket* dan *topside*.
3. Mencari penyebab dan dampak yang ditimbulkan akibat tidak kembalinya material *support* yang digunakan pada proses pengiriman EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform*.
4. Data-data yang akan digunakan hanya data dari hasil survey lapangan, kuesioner, wawancara dan dokumen proyek dari pembangunan *fixed platform*.

BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian bertemakan analisa risiko pada proyek konstruksi pada beberapa tahun terakhir. Seperti yang dilakukan oleh Bhakti (2010), yang bertema analisa risiko operasional pada struktur terpancang. Pada penelitian ini menghitung tentang kekuatan struktur terpancang dengan beban tertentu dan menganalisa risiko yang ditimbulkan saat operasi di salah satu perairan lepas pantai Indonesia dengan menggunakan *risk matrix*. Kemudian terdapat Prosiding dari Sukoroto dan Suparno (2012). Dalam prosiding ini membahas mengenai manajemen risiko usaha pada tender lokomotif. Kegiatan ini mengidentifikasi risiko dengan menggunakan metode *Risk Breakdown Structure (RBS)*. Dilanjutkan dengan analisis kuantitatif, menghitung nilai kemungkinan (*likelihood*) dan besar dampak risiko (*risk impact value*). Kemudian terdapat penelitian yang dilakukan oleh Andika (2014), yang mengangkat tema keterlambatan pada proyek pembangunan *jacket structure*. Penelitian ini berfokus pada pencarian penyebab keterlambatan proyek konstruksi dengan menggunakan metode *fault tree analysis*. Kemudian penelitian dari Reza (2015), yang meneliti factor penyebab dan dampak keterlambatan pengerjaan pada proyek kapal kargo di PT. DOK Surabaya menggunakan metode *bow tie analysis*. Kemudian penelitian dari Firza (2016), yang mengevaluasi keterlambatan pada proyek pembangunan *jacket structure*. tetapi dalam penelitian ini selain mencari penyebab keterlambatan proyek konstruksi dengan menggunakan metode *fault tree analysis*, juga mencari dampak yang ditimbulkan akibat keterlambatan tersebut dengan metode *event tree analysis* serta menentukan upaya untuk mengurangi waktu keterlambatan menggunakan metode *bow tie analysis*.

Namun hingga penelitian terkini, belum ada yang mengangkat tema Analisa Risiko Pengembalian Material *Support* yang digunakan dalam proses pengiriman *topside* dan *jacket* di Indonesia. Kali ini penulis melakukan penelitian di PT. ABC Indonesia. Objek penelitian pada Tugas Akhir ini adalah pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform* milik KLM. Saat ini proyek tersebut

mengalami beberapa permasalahan terkait pengembalian material *support*. Penulis melakukan analisa risiko terhadap masalah tersebut dengan metode *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Tinjauan Umum Anjungan Lepas Pantai

Anjungan lepas pantai adalah struktur atau bangunan yang dibangun di lepas pantai untuk mendukung proses eksplorasi atau eksploitasi bahan tambang (minyak dan gas bumi). Biasanya anjungan lepas pantai memiliki sebuah rig pengeboran yang berfungsi untuk menganalisa sifat geologis reservoir maupun untuk membuat lubang yang memungkinkan pengambilan cadangan minyak bumi atau gas alam dari reservoir tersebut (Andhika, 2014).

Kebanyakan anjungan tersebut terletak di lepas pantai dari landas kontinen. Dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya harga minyak mentah, pengeboran dan produksi di perairan yang lebih dalam kini telah menjadi lebih layak dan ekonomis. Sebuah anjungan mungkin memiliki sekitar tiga puluh mata bor. Pengeboran yang terarah memungkinkan sumur bor dapat diakses pada dua kedalaman yang berbeda dan juga pada posisi terpencil dan menyebar hingga radius 5 mil dari platform. Sumur bawah laut yang jauh juga dapat dihubungkan ke anjungan dengan pipa penyalur (*pipeline*). Sistem bawah laut (*subsea system*) dapat terdiri dari satu atau beberapa sumur yang dihubungkan dengan *manifold* (pusat menyatunya saluran pipa) untuk selanjutnya disalurkan ke pusat pemrosesan (Arda, 2013)

Pekerjaan penambangan minyak dan gas bumi, hampir dipastikan akan menelan biaya besar, teknologi tinggi, dan juga terkait dengan berbagai kepentingan. Kebutuhan biaya besar dan teknologi tinggi ini akan semakin terasa bila menyangkut lokasi di lepas pantai, baik di perairan dalam (*deepwater*) atau bahkan di perairan sangat dalam (*ultra deepwater*). Hal ini disebabkan tingkat kesulitan, risiko, dan ketidakpastian yang lebih besar bila dibandingkan dengan pekerjaan di daratan pada umumnya.

Pembangunan sebuah sistem anjungan lepas pantai (*offshore platform*) meliputi proses fabrikasi, pengangkutan, dan proses pemasangan atau instalasi struktur anjungan di lokasi operasinya di tengah lautan.

Menurut Arda (2013), berikut ini merupakan jenis-jenis anjungan lepas pantai yaitu:

➤ *Fixed platform*

Platform ini dibangun di atas kaki baja (*jacket leg*) atau beton, atau keduanya yang tertanam langsung ke dasar laut untuk menopang bangunan atas (*deck/topside*) yang terdiri dari ruang untuk rig pengeboran, fasilitas produksi dan tempat tinggal pekerja. *Platform* tersebut berdasarkan kekakuannya dirancang untuk penggunaan waktu yang sangat panjang (hingga 50 tahun). Kaki baja (*jacket leg*) bagian vertikal tersusun dari baja tubular, dan biasanya dipaku bumi ke dasar laut. Fixed platform layak secara ekonomi untuk instalasi di kedalaman air hingga sekitar 1.700 kaki (520 meter).



Gambar 2.1 *Fixed Platform* (PAL, 2015)

➤ *Semi-submersible Platform*

Platform ini memiliki lambung (kolom dan ponton) apung yang cukup membuat struktur untuk mengapung seperti kapal, tetapi juga cukup berat untuk menjaga struktur tetap tegak dan stabil. *Semi-submersible platform* dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain dan juga dapat dinaikkan atau diturunkan dengan mengubah jumlah air di tangki apung. *Platform* ini umumnya

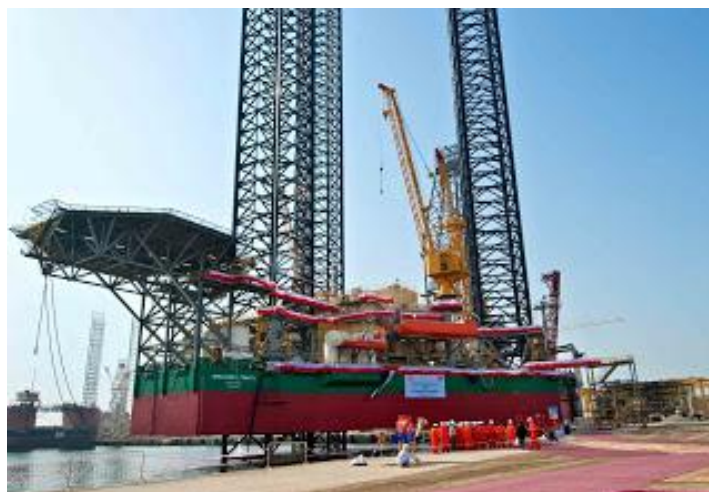
ditambatkan dengan kombinasi tali rantai, kawat (tali polyester), atau kombinasi keduanya saat proses pengeboran atau produksi sedang berlangsung. *Semi-submersible* dapat digunakan di kedalaman air sampai 10.000 kaki (3.000 meter).



Gambar 2.2 *Semi-submersible Platform* (Arda, 2013)

➤ *Jack-Up Drilling Rig*

Jack-up Drilling Unit adalah rig yang bisa didongkrak di atas laut dengan menggunakan kaki-kaki yang dapat dinaikkan dan diturunkan. *Platform* ini biasanya digunakan di kedalaman air hingga 400 kaki (120 meter), meskipun beberapa desain bisa digunakan pada kedalaman 550 kaki (170 meter). *Platform* ini dirancang untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain, dan kemudian menancapkan dirinya dengan mengarahkan kaki ke dasar laut menggunakan roda gigi (*gearbox*) di setiap kaki.



Gambar 2.3 *Jack-Up Drilling Rig* (Arda, 2013)

➤ *Drillship*



Gambar 2.4 *Drillship* (Arda, 2013)

Drillship adalah kapal maritim yang telah dilengkapi dengan peralatan pengeboran. *Platform* ini paling sering digunakan untuk eksplorasi pengeboran minyak baru atau sumur gas di perairan dalam, tetapi juga dapat digunakan untuk pengeboran ilmiah. Versi awal dibangun pada lambung kapal tanker yang dimodifikasi, namun desain yang sesuai dengan tujuannya sudah digunakan saat ini. *Drillship* kebanyakan dilengkapi dengan sistem positioning yang dinamis (*dynamic positioning*) untuk mempertahankan posisi di atas sumur yang dibor. *Drillship* dapat mengebor di kedalaman air hingga 12.000 kaki (3.700 meter).

➤ *Floating Production System*



Gambar 2.5 FPSO (Reza, 2015)

FPSO (*floating production, storage, and offloading system*) pada umumnya terdiri dari struktur monohull besar berbentuk kapal, dilengkapi dengan fasilitas pengolahan minyak dan gas bumi. *Platform* ini ditambat ke lokasi untuk

waktu yang lama, dan tidak benar-benar mengebor minyak atau gas. Beberapa varian dari aplikasi ini, yang disebut FSO (*floating storage offloading*) atau FSU (*floating storage unit*) yang digunakan secara eksklusif untuk tujuan penyimpanan, dan hanya memiliki peralatan proses yang sangat sedikit.

➤ *Tension-Leg Platform*



Gambar 2.6 TLP (Arda, 2013)

TLP adalah platform mengambang yang ditambatkan ke dasar laut untuk menghilangkan gerakan yang paling vertikal pada struktur. TLP digunakan di kedalaman air hingga sekitar 6.000 kaki (2.000 meter). TLP "konvensional" adalah desain 4-kolom yang terlihat mirip dengan *semisubmersible*.

➤ *Gravity-based structure (GBS)*

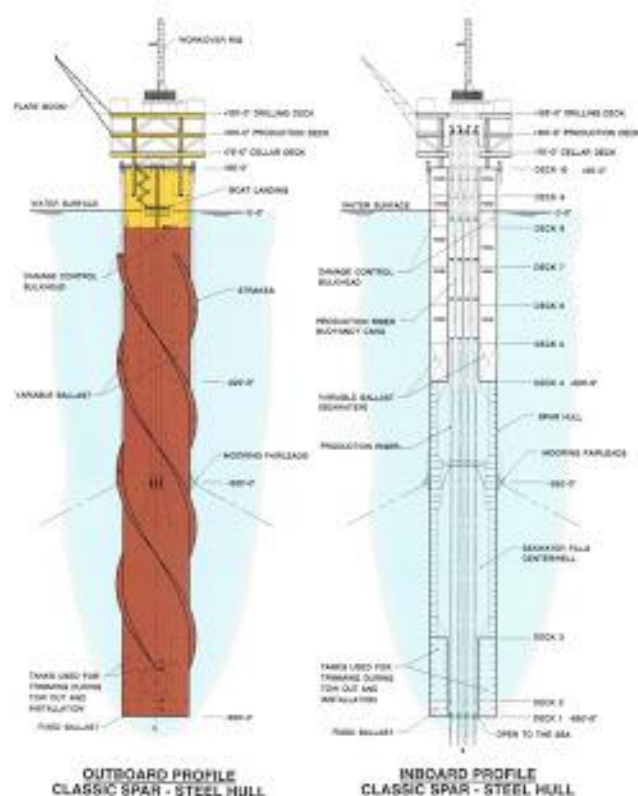
Sebuah GBS dapat terbuat dari baja atau beton dan biasanya tertanam langsung ke dasar laut. GBS baja banyak digunakan ketika terdapat ketidakketersediaan atau keterbatasan kapal tongkang derek untuk menginstal platform lepas pantai tetap (*fixed platform*). GBS baja biasanya tidak menyediakan kemampuan penyimpanan hidrokarbon. GBS baja diinstal dengan menariknya dari lapangan fabrikasi, baik dengan penarikan basah (*wet towing*) atau penarikan kering (*dry towing*), dan pemasangan sendiri dengan *ballasting* yang dikendalikan dari kompartemen dengan air laut. Untuk posisi GBS selama instalasi, GBS dapat dihubungkan ke salah satu tongkang transportasi atau kaABC tongkang lainnya menggunakan jack strand. Jack akan dirilis secara bertahap sementara GBS menyesuaikan *ballasting* untuk memastikan bahwa GBS tidak bergerak terlalu banyak dari lokasi target.



Gambar 2.7 *Gravity-based structure* (Arda, 2013)

➤ *Spar Platform*

Spar tertambat ke dasar laut seperti TLP, namun TLP memiliki tether (tendon) tegang vertikal, sedangkan spar memiliki tali tambat yang lebih konvensional. Spar telah dirancang dalam tiga konfigurasi: lambung silindris tunggal konvensional, "truss spar" di mana bagian tengah terdiri dari elemen truss menghubungkan lambung apung atas (disebut tangki keras) dengan tangki lembut bawah mengandung ballast permanen, dan "spar sel" yang dibangun dari silinder vertikal ganda. Spar memiliki stabilitas lebih tinggi daripada TLP karena memiliki penyeimbang yang besar di bagian bawah dan tidak tergantung pada tambatan untuk menahan tegak. Spar juga memiliki kemampuan, dengan menyesuaikan ketegangan *mooring line* (menggunakan chain-jack melekat pada tali tambat), bergerak horizontal dan memposisikan diri di atas sumur agak jauh dari lokasi platform utama.



Gambar 2.8 Spar Platform (Arda, 2013)

2.2.2 Bagian Fixed platform

Platform ini dibangun di atas kaki baja (*jacket leg*) atau beton, atau keduanya yang tertanam langsung ke dasar laut untuk menopang bangunan atas (*deck/topside*) yang terdiri dari ruang untuk rig pengeboran, fasilitas produksi dan tempat tinggal pekerja. Berikut ini penjelasan mengenai bagian *topside* dan *jacket*:

- *Topside*

Pada platform minyak dan gas lepas pantai, *topside* digunakan untuk menempatkan barang-barang pendukung dari eksplorasi. Hal ini termasuk alat-alat untuk produksi, akomodasi untuk orang yang bekerja di bangunan tersebut. Apabila platform tersebut merupakan platform pengeboran, maka Alat pengeboran juga ditempatkan di *topside*. Biasanya *topside* didesain secara modular, sehingga dapat dilakukan perubahan pada *topside* tersebut. *Topside* yang lama juga dapat diperbarui menggunakan teknologi yang baru (PAL, 2015).

Minyak dan gas, apabila dieksplorasi terus menerus, maka hasilnya yang ada makin lama makin berkurang. Kalau sumur sudah lama dipakai, maka

temperaturnya turun secara alamiah karena *reservoir* lama-lama semakin habis. Minyak dan gas sudah tidak mampu untuk naik sendiri seperti saat minyak dan gas masih banyak. Maka dari itu diperlukan kompresor untuk membantu memompa minyak dan gas agar bisa naik ke permukaan.



Gambar 2.9 *Topside* (PAL, 2015)

Banyak peralatan yang diletakkan di *topside*. Peralatan tersebut digunakan untuk membantu berjalannya proses produksi. Ada bagian *main deck* terdapat *crane* yang digunakan untuk membantu aktifitas yang ada di *platform* tersebut. *Platform* yang besar biasanya terdapat *living quarter* guna sebagai tempat tinggal orang, karena disitu tempat berjalannya proses (PAL, 2015).

- *Jacket*

Konstruksi *jacket* atau *template* yang ada saat ini adalah struktur baja yang terbuat dari pipa-pipa yang memiliki fungsi sebagai *template* untuk *pilling*. Konstruksi ini berdiri mulai dari dasar laut sampai menjulang di atas permukaan laut. Bagian yang tercelup air ini mempunyai fungsi sebagai selubung untuk *guidance pile* dan penahan gaya lateral guna kestabilan konstruksi. Selain itu *jacket* juga berfungsi sebagai penyangga bagi beberapa peralatan seperti *riser*, *caissons*, *boat landing*, dan lain-lain (Soegiono, 2004).

Di dunia ini terdapat beberapa sistem *jacket*, yang membedakan satu dengan yang lainnya adalah pada jumlah kaki, konfigurasi sistem *bracing* serta fungsinya. Jumlah kaki pada setiap *jacket* berbeda-beda mulai dari yang berkaki satu hingga delapan kaki yang membentuk konfigurasi tertentu. Begitu juga dengan sistem konfigurasi dari *bracing* yang sederhana sampai yang kompleks.



Gambar 2.10 *Jacket structure* (PAL, 2015)

Dalam pembentukan sebuah bangunan, bangunan ini akan direncanakan dapat difungsikan hingga 20-25 tahun atau bahkan lebih. Untuk waktu yang cukup lama itu, diperlukan kekuatan dari *jacket* untuk mampu tetap tegak saat menerima beban lingkungan. Beban lingkungan ini sangat bermacam-macam. Seperti beban gelombang, arus, angin, hingga *marine growth*. Berbagai macam yang dapat mengakibatkan sebuah *jacket* patah atau mengalami kelelahan, salah satunya adalah korosi. Untuk mengatasi korosi pada *jacket*, dilakukan *coating* pada daerah *splash zone*, dan pemasangan seng *anode* pada *jacket* yang tercelup air (PAL, 2015).

2.2.3 Tahap Fabrikasi *Fixed Platform*

Secara umum terdapat perbedaan yang sangat mendasar pada proses pembangunan sebuah anjungan lepas pantai dengan bangunan darat (*land-base structures*). Sebuah bangunan darat, proses pembangunannya sejak dari tahap awal hingga akhir dilakukan di tempat yang sama. Sebaliknya, sebuah anjungan lepas pantai, apapun jenisnya, dibangun atau difabrikasi di tempat yang berbeda dengan lokasi akhir tempat instalasinya. Perbedaan kondisi inilah yang menyebabkan perbedaan proses pembangunan dan teknologi yang diperlukan pada kedua bangunan.

Struktur anjungan lepas pantai dibangun di sebuah lapangan fabrikasi yang umumnya berlokasi di sekitar daerah pantai. Tidak jarang jarak antara tempat fabrikasi dan lokasi akhirnya (tempat beroperasinya), sangatlah jauh, dapat berupa

lintas negara maupun lintas benua. Setiap fabrikasi memiliki beberapa bengkel. Bengkel ini mendukung masing-masing bagian pada saat pembangunan. Contohnya ada bagian desain, pengelasan, tempat material, dan sebagainya. Pembangunan di fabrikasi dilakukan dari awal desain, hingga akhir *load out* (PAL, 2015).



Gambar 2.11 Proses Fabrikasi (PAL, 2015)

Teknik pembangunan struktur utama anjungan lepas pantai dilakukan berdasarkan modul-modul. Secara garis besar biasanya terbagi atas modul struktur utama anjungan dan modul bagian bangunan atas (*topside*). Tiap-tiap modul tersebut masih dapat terbagi lagi menjadi beberapa sub-modul, tergantung dari dimensi modul dan kapasitas peralatan pembangunan yang ada. Dalam pekerjaan ini diperlukan derek-derek (*crane*) darat dengan kapasitas besar (PAL, 2015).

2.2.4 Tahap Pengangkutan ke Lokasi Operasi (*Transport*)

Tahap awal proses transportasi adalah proses peluncuran (*loadout*), yaitu proses pemindahan dan peletakan struktur ke atas kapal angkut atau tongkang, dengan bantuan derek angkat atau bila memungkinkan memanfaatkan daya apung struktur atau sub-struktur yang akan diangkut itu sendiri. Sebelumnya, kaABC angkut atau tongkangnya diposisikan di tempat terdekat dengan lapangan fabrikasi. Secara umum ada tiga metode untuk proses *loadout* yaitu jika strukturnya ringan (kecil) dapat langsung diangkat dengan alat angkat yang

tersedia (*Lifting method*), tetapi jika strukturnya berat (besar) harus menggunakan *skid way* (*Skidding method*) atau menggunakan metode Dolly/trailer method.

➤ *Skidding Load Out Method*

Deck/jacket diletakkan di atas *skid*, kemudian ditarik dengan *winch* dan pengaturan *rigging* sedemikian rupa sehingga skid akan bergeser pada *skidway* sembari mengangkat deck/jacket hingga ke atas barge. Metode ini unggul terutama untuk deck/jacket yang tergolong sangat berat (> 2000 MT), dimana tidak mungkin dilakukan operasi loadout dengan dua metode yang lain. Pada jacket yang memiliki kaki-kaki sejajar, maka dimungkinkan untuk memasang *skidplate* menjadi satu tepat memanjang pada kaki-kakinya.

➤ *Lifting Loadout Method*

Deck/jacket dengan pengaturan *rigging* sedemikian rupa sehingga deck/jacket diangkat menggunakan *crane* dan dipindahkan hingga ke atas barge. Metode ini digunakan dengan memperhatikan *kapasitas crane* (baik kapasitas angkat, maupun panjang jangkauan *crane boom*) yang tersedia di fabrikasi. Satu atau beberapa crane secara simultan dapat digunakan untuk operasi ini.

➤ *Dolly/Trailer Loadout Method*

Deck/jacket dipindahkan sedemikian rupa menggunakan *dolly* atau *trailer* hingga ke atas barge. Metode ini sangat tergantung dengan ketersediaan dolly/trailer di fabrikasi (tidak semua punya) dan kapasitas angkut dolly atau trailer itu sendiri.

Proses ini termasuk tahap awal yang cukup kritis, karena stabilitas kapal angkutnya harus diperhitungkan dengan cermat setelah ada beban di atasnya. Kegagalan pada proses ini dapat mengakibatkan jatuhnya struktur ke dalam laut selama pengangkutan dan tidak menutup kemungkinan kegagalan tersebut bisa terjadi pada saat proses *loadout*. Karena risiko kerusakan sangat besar dan kemungkinan terjadinya sangat tinggi, sehingga dalam proses ini tidak lepas dari asuransi. Dalam proses *load out*, kontraktor fabrikasi membuat atau menghitung setiap tahap *loadout*. Demikian pula prosedur *loadout*. Kemudian prosedur tersebut akan disetujui oleh *Marine Warranty Surveyor* (MWS). MWS mengecek semuanya tentang *loadout*. Seperti dari perhitungan, terutama respon dari struktur

saat *transporter* akan digerakkan. *Loadout* bisa dilakukan apabila MWS telah menyetujui dokumen pelaksanaan *loadout* (PAL, 2015).

Setelah struktur *topside* atau *jacket* masuk kapal atau *barge*, maka dilakukan pengikatan secara temporer. Yang paling harus diperhatikan adalah menempatkan struktur di *deck* kapal tongkang. Selain itu juga memperhatikan kekuatan kapal secara memanjang dan melintang. *Deck* pada *barge* harus kuat ketika ditumpangi beban *jacket* maupun *topside*. Penguat juga diperlukan, dengan menghitung berapa kekuatannya, termasuk ketika terjadi periode olengnya. Setelah pengelasan pada penumpu *jacket* dan *topside* yang berada di *deck* selesai dilakukan, baru *barge* bisa diputar dan ditempatkan di dermaga.



Gambar 2.12 Proses *Load Out* (Arda, 2013)

Setelah proses *loadout* ke atas *barge* selesai dilakukan, maka proses selanjutnya yaitu *transport*. Proses transportasi bergantung pada *barge* yang digunakan. *Barge* itu kemudian akan ditarik oleh kapal tarik (*tug boat*) menuju lokasi penginstalan. Selama proses transportasi, biasanya beberapa kapal tunda (*tug boat*) ikut mendampingi hingga lokasi akhir.

Selain itu dibutuhkan juga dokumen tentang cuaca, ombak, arus selama perjalanan kapal menuju ke tempat yang akan dituju. Beberapa hal penting dalam proses transportasi tersebut adalah:

- *Barge strength deck*, dimana kekuatan konstruksi *barge* harus dihitung baik pada saat *loadout* maupun dalam proses transportasi.

- *Sea fastening*, dimana struktur yang ada di atas barge harus diikat dengan ketat dan kuat sehingga dalam proses transportasi tidak terjadi pergeseran struktur yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur itu sendiri.
- *Ballasting*, sama halnya dengan proses *loadout*, proses transportasi juga membutuhkan kontrol ballast dimana jika terjadi kemiringan atau trim maka dilakukan *ballasting* agar struktur dan barge tetap berada pada kondisi rata.



Gambar 2.13 Proses *Transport* ke Lokasi Operasi (Arda, 2013)

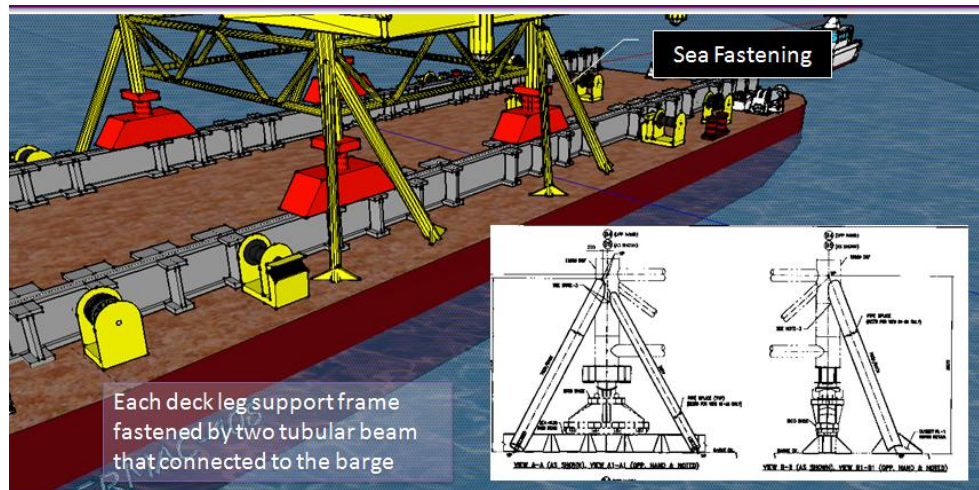
2.2.5 *Material Support*

Material support merupakan peralatan atau material yang digunakan sebagai saran pendukung dalam pengiriman (transport) *jacket* maupun *topside* dari tempat fabrikasi ke tempat operasi. Terdapat beberapa *material support* yang digunakan dalam proses transport ini, beberapa diantaranya yaitu :

1. *Sea fastening*

Sea fastening adalah sebuah pengikat struktur berupa brace atau pipa silinder digunakan pada saat transportasi *jacket* maupun *topside* dari tempat fabrikasi ke lokasi instalasi. Setiap kaki leg juga perlu diberi *sea fastening* yang berfungsi sebagai penguat antara *topside* atau *jacket* dan barge agar tidak terlalu banyak bergerak selama transportasi. Struktur yang ada di atas barge harus diikat dengan

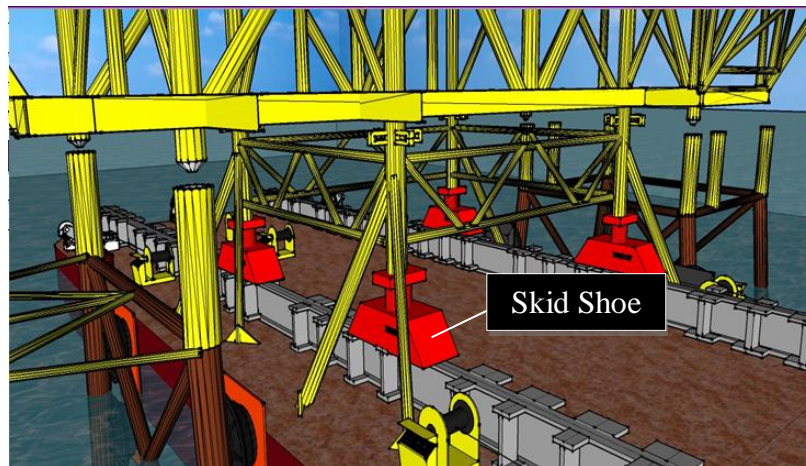
ketat dan kuat sehingga dalam proses transportasi tidak terjadi pergeseran struktur yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur itu sendiri.



Gambar 2.14 *Sea Fastening* (Rida, 2014)

2. *Skidshoe*

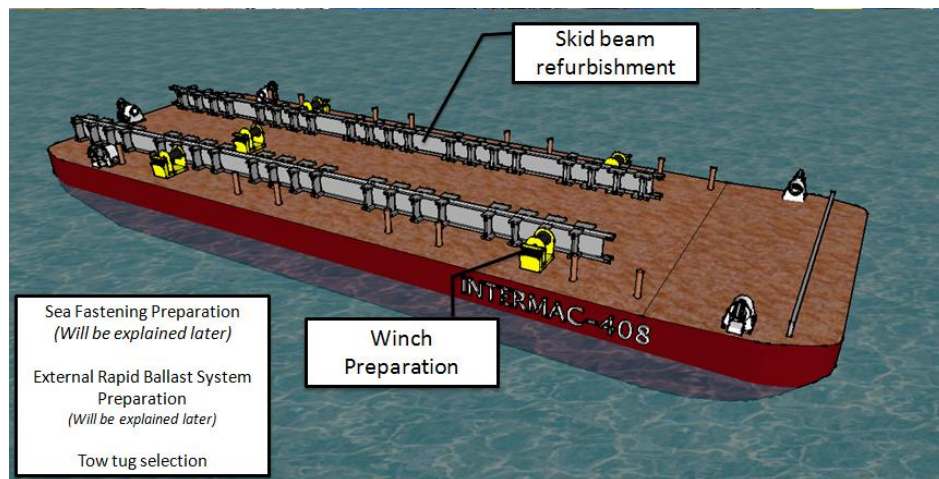
Skidshoe merupakan kerangka baja yang digunakan untuk menopang kaki-kaki *jacket* ataupun *topside* sehingga dapat dengan mudah meluncur di atas *skid way* pada saat proses dapat diangkut ke atas barge.



Gambar 2.15 *Skid shoe* (Rida, 2014)

3. *Skid beam*

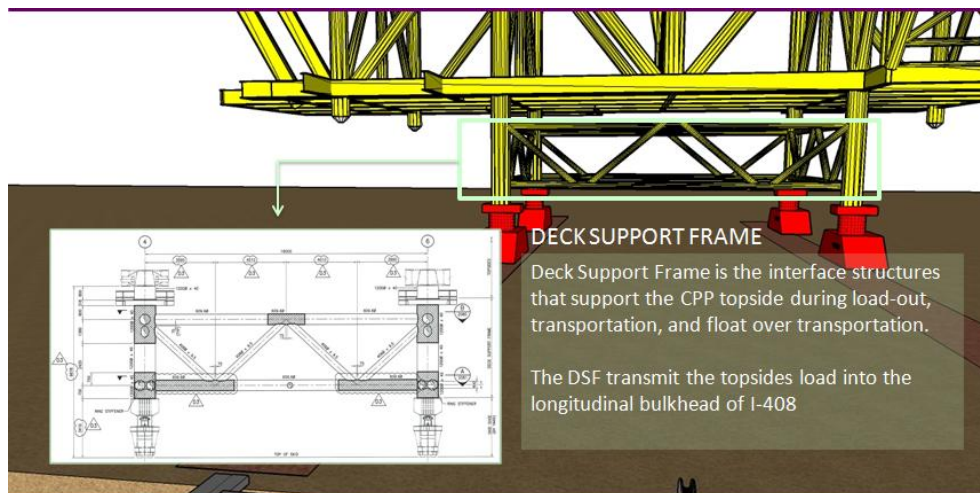
Barge yang digunakan dalam proses transportasi juga dilengkapi dengan *skid beam*. *Skid beam* itu berfungsi sebagai alas untuk *topside* atau *jacket*, agar *topside* atau *jacket* tidak langsung menyentuh barge. Selain itu ada winch yang nantinya berfungsi untuk menarik *topside* atau *jacket* ke atas barge saat proses *loadout*.



Gambar 2.16 *Skid Beam* (Rida, 2014)

4. *Deck support frame*

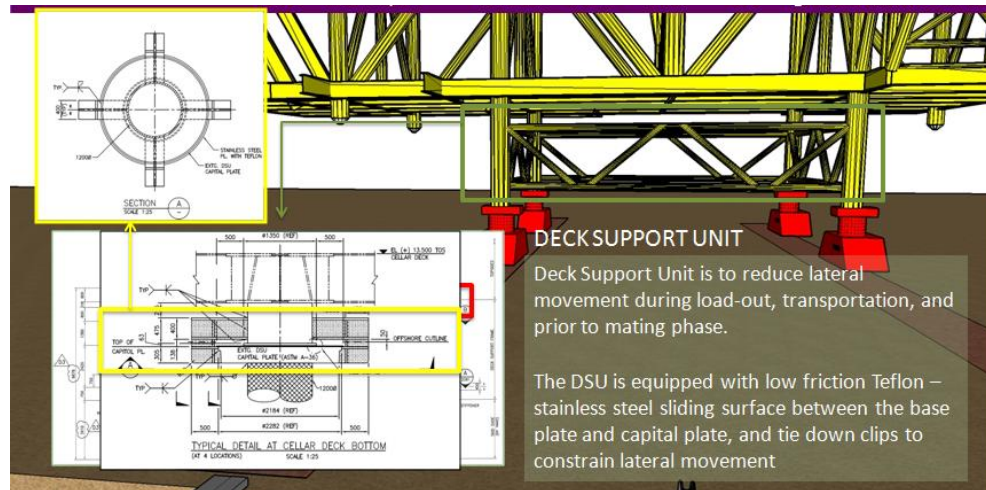
Di bawah struktur *topside* atau *jacketnya* sendiri terdapat *deck support frame*. *Deck support frame* ini berfungsi untuk menahan *jacket* atau *topside* selama proses *load out*, transportasi dan instalasi.



Gambar 2.17 *Deck Support Frame* (Rida, 2014)

5. *Deck Support Unit*

Di atas bagian *deck support frame* ini terdapat *deck support unit*. *Deck support unit* ini berfungsi untuk mengurangi gerakan lateral selama proses *loadout*, transportasi dan instalasi.



Gambar 2.18 *Deck Support Unit* (Rida, 2014)

2.2.6 Manajemen Proyek

Proses dalam manajemen sifatnya umum dan dapat digunakan dalam berbagai kegiatan/bidang yang membutuhkan pengelolaan yang sistematis, terarah serta mempunyai sasaran dan tujuan yang jelas. Salah satu bidang yang menggunakan ilmu manajemen adalah manajemen proyek. Manajemen proyek biasanya kurun waktu dibatasi oleh program-program yang sifatnya sementara dan berakhir bila sasaran dan tujuan organisasi proyek sudah tercapai. Bila membuat proyek sejenis pada waktu sesudahnya, biasanya sasaran dan tujuannya lebih inovatif dengan memodifikasi program-program sebelumnya (Husen, 2010).

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek.

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (*overlapping*). Menurut Chairil Nizar (2011) apabila fungsi-fungsi manajemen proyek dapat

direalisasikan dengan jelas dan terstruktur, maka tujuan akhir dari sebuah proyek akan mudah terwujud, yaitu:

- Tepat Waktu
- Tepat Kuantitas
- Tepat Kualitas
- Tepat Biaya sesuai dengan biaya rencana
- Tidak adanya gejolak sosial dengan masyarakat sekitar
- Tercapainya K3 dengan baik

Pelaksanaan proyek memerlukan koordinasi dan kerjasama antar organisasi secara solid dan terstruktur. Dan hal inilah yang menjadi kunci.

2.2.7 Penilaian Risiko

Adanya ketidakpastian menimbulkan persoalan keandalan atau ketidakandalan, karena terjadinya kegagalan mengakibatkan berbagai konsekuensi teknis dan ekonomis, maka ketidakandalan selanjutnya menimbulkan risiko (risk) (Daniel M. Rosyid, 2007).

Risk assessment dalam DNV-Marine risk assessment (2002) adalah teknik untuk menerima risiko berdasarkan perbandingan dengan standar risiko atau kriteria risiko, dan pencobaan berbagai langkah pengurangan risiko. Penilaian risiko dapat diterapkan dalam pendekatan kualitatif, Semi-kuantitatif dan kuantitatif, dan manajer proyek perlu memutuskan pendekatan mana yang tepat untuk pekerjaan yang sedang dilakukan tujuannya adalah sebagai pengurangan risiko.

Langkah pertama dari *Risk assessment* adalah untuk mengidentifikasi bahaya yang hadir. Kemudian risiko yang timbul dari mereka dievaluasi baik secara kualitatif, semi kuantitatif maupun, kuantitatif. Mengurangi ukuran risiko diperkenankan jika risiko melebihi "kriteria penyaringan". Setelah langkah-langkah yang diperlukan telah diidentifikasi, persyaratan fungsional dari langkahlangkah ini harus didefinisikan.

Secara umum, pendekatan kualitatif adalah untuk menerapkan tingkat penilaian dari wawasan (tuntutan sumber daya dan keahlian tambahan tidak dibutuhkan). Sebaliknya pendekatan kuantitatif yang paling menuntut pada

sumber daya dan keahlian, tetapi berpotensi memberikan pemahaman yang paling rinci dan memberikan dasar terbaik sehingga pengeluaran yang signifikan yang terlibat. Pendekatan Semi-kuantitatif terletak antara dua pendekatan ini.

Risk assessment saat ini merupakan teknologi yang telah terbukti bagi operator untuk mengatasi bahaya yang lebih besar dengan cara yang terstruktur, dan untuk memastikan risiko telah dikurangi ke tingkat biaya yang sesuai secara efektif.

Analisa Risiko adalah suatu metode analisa yang meliputi faktor penilaian, karakterisasi, komunikasi, manajemen dan kebijakan yang berkaitan dengan risiko tersebut. Secara sederhana analisa risiko atau *risk analysis* dapat diartikan sebagai sebuah prosedur untuk mengenali suatu ancaman atau kerentanan. Dengan kemudian menganalisanya untuk memastikan, dan menyoroti bagaimana dampak-dampak yang ditimbulkan. Selanjutnya apakah dampak tersebut dapat dihilangkan atau dikurangi. Analisa risiko juga dapat dipahami sebagai sebuah proses untuk menentukan pengamanan atau pencegahan seperti apa yang sesuai dan layak untuk sebuah sistem atau permasalahan (*ISO 1799, "An Introduction To Risk Analysis"*, 2012).

Berikut ini merupakan tahapan kegiatan analisa risiko antara lain :

1. Mengidentifikasi Hazard

Dalam aktivitas identifikasi, maka informasi yang akan didapatkan adalah tipe hazard dan magnitude hazard.

2. Memproyeksikan Risiko

Proyeksi atau estimasi risiko dilakukan untuk *me-rating* risiko berdasarkan kecenderungan bahwa risiko tersebut akan menjadi kenyataan dan segala konsekuensi dari masalah yang berhubungan dengan risiko tersebut. Proyeksi risiko merupakan komponen utama dalam tahap penilaian risiko. Tahap ini meliputi :

- Menetapkan skala yang merefleksikan persepsi kecenderungan suatu risiko (skala dapat bersifat kualitatif ataupun kuantitatif).
- Menggambarkan konsekuensi dari risiko.
- Menetapkan dampak dari risiko, dan ketepatan secara menyeluruh dari proyeksi risiko.

3. Penilaian Risiko

Risiko diberi bobot berdasarkan persepsi dampak dan prioritas. Dampak merupakan fungsi dari 3 faktor yaitu:

- Kecenderungan akan terjadinya kejadian.
- Lingkup risiko, merupakan kombinasi tingkat keparahan dan jangkauan distribusi risiko.
- Waktu dan lamanya dampak dirasakan.

4. Teknik Penilaian Risiko

Teknik penilaian risiko dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif. Menurut James W. Meritt, dalam *A Method for Quantitative Risk Analysis*, menjelaskan bahwa :

- Analisa risiko kuantitatif merupakan satu metode analisa risiko yang mengenali pengendalian pengamanan apa dan bagaimana yang seharusnya diterapkan serta besaran (nilai) untuk menerapkannya.
- Analisa risiko kualitatif digunakan untuk meningkatkan kesadaran atas masalah keamanan sistem dan sikap dari sistem yang sedang dianalisa tersebut (subjektif).

Kemudian diterangkan pula bahwa dua metode tersebut dapat berkombinasi menjadi satu, yang kemudian dikenal sebagai metode hibrida atau *Hybrid method*. Metode hibrida merupakan sebuah kombinasi dari dua metode analisa risiko kuantitatif dan kualitatif, dan dapat digunakan untuk menerapkan komponen-komponen yang memanfaatkan informasi yang tersedia sekaligus memperkecil matriks yang terkumpul dan dihitung. Metode ini, sayangnya, kurang intinsif secara numerik (tetapi lebih murah biayanya) dibandingkan dengan sebuah metode analisa yang dilakukan secara lengkap dan mendalam.

Menurut Meritt, terdapat beberapa hal atau langkah yang perlu diperhatikan dalam menerapkan metode analisa risiko secara umum, yaitu sebagai berikut:

1. Pertama, menentukan ruang lingkup (*scope statement*). Hal ini harus dipahami oleh semua pihak yang terkait. Dalam menentukan ruang lingkup ini, ada tiga hal yang harus diperhatikan, yaitu menentukan secara tepat apa yang harus dievaluasi, mengemukakan apa jenis analisa risiko yang akan digunakan, dan mengajukan hasil yang diharapkan.

2. Menetapkan aset (*asset pricing*). Pada langkah kedua ini, semua sistem informasi ditentukan secara spesifik ke dalam ruang lingkup yang telah dirancang, kemudian ditaksir nilainya.
3. *Risks and Threats*. Risiko (*risk*) adalah sesuatu yang dapat menyebabkan kerugian atau mengurangi nilai kegunaan operasional sistem. Sedangkan ancaman (*threats*) adalah segala sesuatu yang harus dipertimbangkan karena kemungkinannya yang dapat terjadi secara bebas di luar sistem sehingga memunculkan satu risiko.
4. Menentukan koefisien dampak. Semua aset memiliki kerentanan yang tidak sama terhadap suatu risiko. Oleh sebab itu perlu dicermati dan diteliti sejauh mana sebuah aset dikenali sebagai hal yang rentan terhadap sesuatu, serta perbandingannya dengan aset yang justru kebal sama sekali.
5. *Single loss expectancy* atau ekspektasi kerugian tunggal. Pada poin ini, Meritt menjelaskan bahwa aset-aset yang berbeda akan menanggapi secara berbeda pula ancaman-ancaman yang diketahui.
6. *Group evaluation* atau evaluasi kelompok, yaitu langkah lanjutan yang melibatkan sebuah kelompok pertemuan yang terdiri dari para pemangku kepentingan terhadap sistem yang dianalisa (diteliti). Pertemuan ini harus terdiri dari individu yang memiliki pengetahuan tentang komponen-komponen yang beragam tersebut, tentang ancaman dan kerentanan dari sistem serta pengelolaan dan tanggung jawab operasi untuk memberikan bantuan dalam penentuan secara keseluruhan. Pada langkah ini lah biasanya metode hibrida dalam analisa risiko dilakukan.
7. Melakukan kalkulasi (penghitungan) dan analisa. Terdapat dua macam analisa. Pertama, *across asset*, yaitu analisa yang bertujuan untuk menunjukkan aset-aset tertentu yang perlu mendapat perlindungan paling utama. Kedua, *across risk*, yaitu analisa yang bertujuan untuk menunjukkan ancaman apa dan bagaimana yang paling harus dijaga.
8. *Controls* atau pengendalian, yaitu segala hal yang kemudian diterapkan untuk mencegah, mendeteksi, dan meredakan ancaman serta memperbaiki sistem.
9. Melakukan *control* atau pengendalian.

2.2.7.1 Analisa Risiko Kuantitatif

Analisa risiko kuantitatif adalah ilmu dan seni mengembangkan dan memahami estimasi risiko secara numerik (yaitu, fungsi dari frekuensi yang diharapkan dan konsekuensi dari potensi kecelakaan) yang terkait dengan fasilitas atau operasi (Ismail, 2012). Metode ini dapat digunakan pada seluruh fase atau tahapan proses (laboratorium pengembangan, desain, operasi, pembongkaran, dll). Namun metode ini paling efektif bila digunakan untuk menganalisis proses desain yang telah ditetapkan sebelumnya seperti perpipaan, instrumentasi, reaksi kimia, unit operasi, dan kontrol proses.

Analisa kuantitatif dapat digunakan untuk menyelidiki berbagai jenis risiko yang terkait dengan fasilitas proses produksi, seperti risiko kerugian ekonomi atau risiko dampak lingkungan. Namun, dalam aplikasi kesehatan dan keselamatan, penggunaan analisa kuantitatif dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori:

1. Memperkirakan risiko jangka panjang untuk pekerja atau masyarakat dari paparan kronis zat-zat atau kegiatan yang berpotensi membahayakan.
2. Memperkirakan risiko untuk pekerja atau masyarakat dari peristiwa episodik yang melibatkan satu kali paparan terhadap zat atau kegiatan yang berpotensi membahayakan.

Fungsi utama dari metode ini adalah memberikan informasi untuk pengambilan keputusan. Hasilnya tidak dapat membuktikan apa - apa. Namun, pembuat keputusan dapat membandingkan estimasi risiko dengan kriteria toleransi untuk memutuskan apakah proses operasi cukup aman atau meminimalisir kerugian. Hasil yang sama dapat menghasilkan kesimpulan yang berbeda, misalnya manajemen perusahaan bisa saja menyatakan bahwa proses tersebut aman berdasarkan hasil analisa kuantitatif, namun aktivis masyarakat menyatakan tidak aman. Perbedaannya terletak pada toleransi risiko individu, bukan pada hasil analisa kuantitatif. Meskipun semua orang sudah sepakat dengan toleransi risiko, namun masih banyak hal-hal yang bersifat subjektif yang juga berpengaruh terhadap pemahaman risiko yang ada. Subjektifitas - subjektifitas tersebut tidak dihitung oleh analisa kuantitatif. Hasilnya hanya melaporkan risiko kecelakaan per tahun. Faktor-faktor subjektifitas seperti diatas hanya akan mempengaruhi pihak pembuat keputusan. Hasilnya juga dapat membimbing pengambil keputusan

dalam mengembangkan program perbaikan terus-menerus untuk menurunkan tingkat risiko, tetapi risiko nol (zero risk) adalah tujuan yang tidak mungkin dicapai karena setiap kegiatan melibatkan beberapa risiko. Analisa kuantitatif yang terbaik adalah mengidentifikasi kontributor dominan terhadap risiko dari sistem berdasarkan hasil analisis. Setelah risiko-risiko tersebut dieliminasi, kontributor risiko kecil lainnya (termasuk risiko yang tersisa) “diabaikan”. Analisa kuantitatif memiliki kelebihan dibandingkan dengan analisa kualitatif, yaitu analisa kuantitatif akan menghasilkan data yang lebih akurat dan terukur sehingga diperoleh pemahaman yang lebih baik terhadap risiko yang ada.

Terdapat empat tahapan dalam melakukan analisa kuantitatif risiko, yaitu:

1. Identifikasi bahaya
2. Analisa konsekuensi
3. Analisis frekuensi
4. Evaluasi risiko

Kuantifikasi terhadap suatu risiko akan sangat tergantung pada kondisi *nature hazard*, kemudahan untuk diukur (*measurable*) dan adanya suatu standar yg dipakai. Untuk mengkuantifikasi risiko, ketiga komponen risiko (frekuensi, probabilitas dan *outcome*) harus bisa diekspresikan secara matematika (*modeling*). *Modeling* merupakan teknik untuk melihat pola kejadian. Frekuensi dapat diekspresikan dengan menggunakan data riwayat pemajanan atau *incident record*. Probabilitas dapat dibuat skala dengan rentang nilai ($0 < P < 1$).

Contoh hasil jadi (*outcome*) atau konsekuensi dari hasil pemajanan terhadap suatu hazard adalah sebagai berikut :

- Jumlah kasus kematian atau cedera
- Kasus sakit serius
- Biaya kerusakan atau kerugian (*lost cost*).
-

2.2.7.2 Analisa Risiko Kualitatif

Metode penilaian risiko secara kualitatif terkesan subjektif dan memberi peluang multiinterpretasi dan perdebatan. Persepsi risiko bisa bervariasi untuk setiap orang. Terdapat beberapa metode yang dapat diterapkan yaitu :

2.2.7.2.1 *Fine's Risk Score*

Fine's risk score adalah model untuk melakukan penilaian risiko dengan formula sebagai berikut :

Risiko adalah hasil perkalian faktor-faktor yang terdiri dari :

Konsekuensi x Faktor *Exposure* x Faktor Probabilitas

$$R = C \times E \times P \dots\dots\dots(2.1)$$

Ketiga faktor tersebut diklasifikasikan dalam beberapa kelas dan diberi rating.

Hasil perhitungan risiko (*risk score*) dapat dipergunakan untuk memperkirakan kejadian, mengalokasikan *resources* dan mengontrol hazard. Apabila sudah didapatkan nilai risikonya, maka dapat dilakukan kalkulasi biaya untuk intervensi.

Beberapa keterbatasan model ini antara lain:

- Data bukan merupakan data konkret, tetapi berupa data estimasi.
- Potensi personal bias dan pengalaman akan mempengaruhi hasil akhir
- *Risk score* hanya dipergunakan sebagai *baseline level* dari risiko, sehingga tidak bisa didefinisikan aman atau tidak.

2.2.7.2.2 *TTC Hazard Rating System*

TTC hazard rating system menggunakan huruf alfabet untuk me-*ranking* risiko.

Dalam metode ini, criteria yang dinilai meliputi :

- *Severity*
- Probabilitas
- Biaya untuk intervensi

Metode ini berguna untuk menggabungkan penilaian risiko dari berbagai hazard dan membuat list prioritas untuk kebijakan pengendalian hazard.

2.2.7.2.3 *FLAME Model*

FLAME Model merupakan kelanjutan dari *Fine's risk score* dan *TTC Hazard Rating system*. Dalam metode *FLAME* ini, menghitung nilai risiko dengan mengkombinasikan beberapa variabel. Beberapa diantaranya yaitu :

- Frekuensi dari kejadian dalam proses
- Kecenderungan timbulnya hazard
- Antisipasi kerugian
- Nilai dampak

2.2.8 Fault Tree Analysis (FTA)

Pada satu proyek *jacket structure* sering muncul masalah yang kurang diperhitungkan sebelumnya yang dapat menimbulkan kerugian pada proyek tersebut. Salah satu contoh permasalahannya yaitu tentang seringnya material *support* (*sea fastening*, *skid shoe* dan *rigging support*) yang digunakan pada proses pengiriman *jacket structure* ke *offshore* tidak kembali kepada perusahaan kontraktor yang mempunyai hak milik atas material tersebut. Permasalahan material ini sering sekali diabaikan, sedangkan masalah ini memiliki potensi risiko dan kerugian yang cukup besar setelah proyek selesai dilaksanakan. Sehingga keuntungan yang diperoleh kontraktor dari proyek tersebut berkurang. Agar kejadian seperti ini tidak terulang, maka perlu dicari faktor-faktor yang menyebabkan masalah tersebut. Salah satu metode untuk mengidentifikasi faktor penyebab tidak kembalinya material *support* proyek itu adalah dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode ini memfokuskan untuk mencari penyebab kegagalan yang terjadi.

Menurut Ericson (2005) *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah teknik analisis sistem digunakan untuk menentukan akar penyebab permasalahan dan kemungkinan terjadinya kejadian tertentu yang tidak diinginkan. FTA digunakan untuk mengevaluasi sistem dinamis yang kompleks dan besar untuk memahami dan mencegah potensi masalah. Menggunakan metodologi yang ketat dan terstruktur, FTA memungkinkan menganalisa sistem untuk model kombinasi unik dari peristiwa kesalahan yang dapat menyebabkan kejadian yang tidak diinginkan terjadi.

Sedangkan Menurut Rosyid (2007), *Fault Tree Analysis* adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut.

Jadi Metode *Fault Tree* ini mengembangkan jalan kesalahan logis dari kejadian yang tidak diinginkan yang berada di atas (disebut *Top Event*) untuk semua akar penyebab yang mungkin terjadi pada bagian bawahnya. Kekuatan

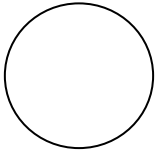
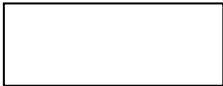
FTA adalah bahwa hal itu mudah dilakukan, mudah dimengerti, memberikan sistem wawasan yang bermanfaat, dan menunjukkan semua kemungkinan penyebab masalah yang akan diselidiki.

Struktur *Fault Tree* yang telah dilengkapi dapat digunakan untuk menentukan signifikansi dari kesalahan peristiwa dan kemungkinan mereka terjadinya. Validitas tindakan yang dilakukan untuk menghilangkan atau mengontrol kesalahan peristiwa dapat ditingkatkan dalam keadaan tertentu dengan mengukur *Fault Tree* dan melakukan evaluasi numerik. Kuantifikasi dan evaluasi numerik menghasilkan tiga pengukuran dasar untuk pengambilan keputusan relatif terhadap risiko akseptabilitas dan diperlukan langkah-langkah pencegahan sebagai berikut (Ericson, 2005) :

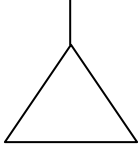
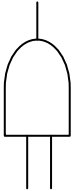
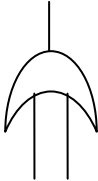
1. Probabilitas terjadinya kejadian yang tidak diinginkan
2. Probabilitas dan signifikansi dari peristiwa kesalahan (cut set) penyebab kejadian yang tidak diinginkan
3. Signifikansi risiko atau pentingnya suatu komponen

Dalam menggambarkan *fault tree* digunakan simbol standard untuk mempermudah analisa. Simbol yang dipakai dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Simbol-simbol *fault tree*

Symbol	Keterangan
 <i>Basic Event</i>	Menunjukkan suatu kejadian yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut
 <i>Intermediate Event</i>	Bagian <i>fault tree</i> yang dihasilkan dari hubungan kejadian kegagalan lainnya

Tabel 2.2 Simbol-simbol *fault tree* (Lanjutan)

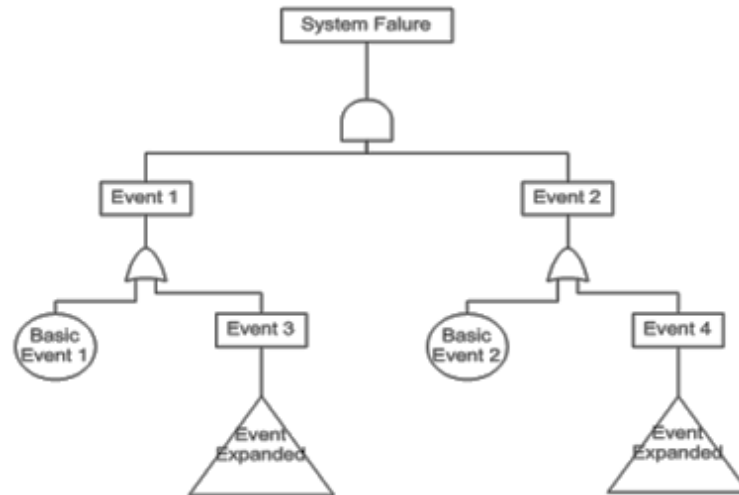
Symbol	Keterangan
 <i>Transfer Symbol</i>	Menjelaskan bahwa <i>fault tree</i> berhubungan dengan <i>fault tree</i> di lembaran halaman lain
 AND Gate	Menjelaskan bahwa <i>output event</i> (hasil kejadian) akan terjadi jika dan hanya jika semua kejadian <i>input event</i> ada/terjadi (<i>exist</i>)
 OR Gate	Menjelaskan bahwa <i>output event</i> (hasil kejadian) akan terjadi jika salah satu atau lebih <i>input event</i> ada/terjadi (<i>exist</i>)

(sumber: Kocecioglu, 1991)

Penggambaran FTA dimaksudkan untuk mengetahui hubungan yang logis antara *basic event* dan *top event* yang telah ditentukan sebelumnya. Cara pembuatan FTA dimulai dari *top event*, kemudian ke *event* berikutnya sampai akhirnya ke *basic event*. Langkah-langkah pembuatan FTA adalah sebagai berikut:

- Menetapkan kejadian puncak (*top event* yang telah ditentukan sebelumnya)
- Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak
- Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak
- Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*)

- e. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika.
- f. Melanjutkan sampai ke *basic event*.



Gambar 2.19 Model *Fault Tree Analysis* (Foster, 2004)

Berikut ini adalah keuntungan dari teknik *Fault Tree Analysis* (Ericson, 2005).:

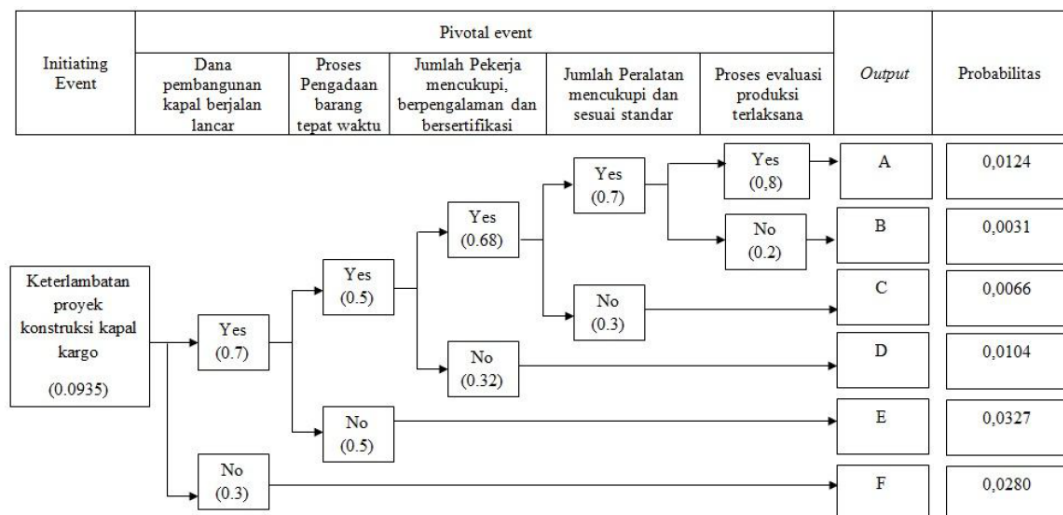
1. Terstruktur, ketat, dan menggunakan pendekatan metodis.
2. Sebagian besar pekerjaan dapat terkomputerisasi.
3. Dapat dilakukan secara efektif pada berbagai tingkat detail desain.
4. Model visual menampilkan sebab-akibat hubungan.
5. Relatif mudah dipelajari, digunakan, dan diikuti.
6. Model hubungan sistem yang kompleks dengan cara yang dimengerti.
7. Mengikuti jalur kesalahan melintasi batas-batas sistem.
8. Menggabungkan *hardware*, *software*, lingkungan dan interaksi manusia.
9. Izin dalam melakukan penilaian probabilitas.
10. Sangat ilmiah; berdasarkan teori logika, teori probabilitas, aljabar Boolean dan teori keandalan
11. Software komersial tersedia.
12. *Fault Tree* dapat memberikan nilai meskipun informasi yang tidak lengkap.
13. Sebuah teknik yang terbukti bertahun-tahun sukses digunakan.
14. *Fault Tree* diperkirakan dapat memberikan informasi pengambilan keputusan yang sangat baik.

Meskipun teknik yang kuat, *Fault Tree Analysis* memang memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut (Ericson, 2005) :

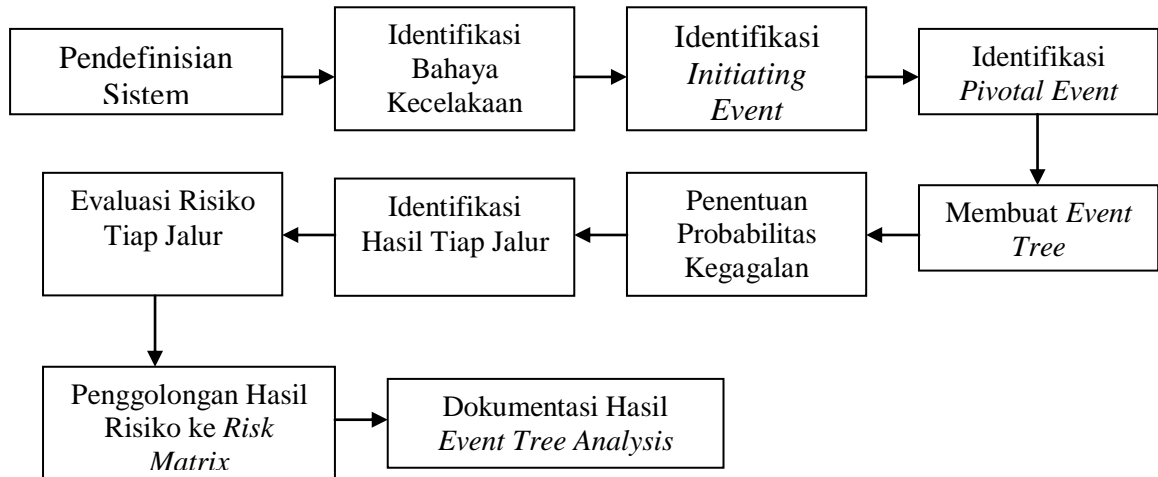
1. Dapat dengan mudah menghabiskan waktu jika tidak hati-hati.
2. Dapat menjadi tujuan daripada alat.
3. Modeling waktu berurutan dan perbaikan lebih sulit.
4. Modeling beberapa fase lebih sulit.
5. Membutuhkan seorang analis dengan beberapa pelatihan dan pengalaman praktis.

2.2.9 Event Tree Analysis (ETA)

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) adalah teknik analisa yang digunakan untuk mengevaluasi proses dan kejadian yang mengarah pada kemungkinan kegagalan. Metode ini berguna dalam menganalisa konsekuensi yang timbul dari kegagalan atau kejadian yang tidak diinginkan. Konsekuensi dari kejadian diikuti melalui serangkaian kemungkinan. Analisa dimulai dengan mempertimbangkan sebuah kejadian awal dan kemudian mencari kejadian lainnya yang timbul dari dasar sistem. Metode ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi semua hasil yang mungkin yang diakibatkan dari sebuah inisiasi proyek. Dengan menganalisa semua hasil yang mungkin, adalah mungkin untuk menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan maupun hasil yang tidak diinginkan (Ericson, 2005).



Gambar 2.20 Diagram *Event Tree Analysis* (ETA) (Reza, 2014)



Gambar 2.21 Tahap Analisa *Event Tree Analysis* (ETA)

Urutan tahap analisa *Event Tree Analysis* (ETA) berdasarkan gambar 2.21 adalah sebagai berikut:

1. Pendefinisian Sistem : pemeriksaan sistem dan menentukan batas-batas sistem, subsistem, dan *interface*.
2. Identifikasi Bahaya Kecelakaan : Penilaian sistem atau analisa bahaya untuk mengidentifikasi bahaya sistem dan skenario kecelakaan yang ada dalam desain sistem.
3. Identifikasi *Initiating Event* (Kejadian Awal) : Perkecil analisa bahaya untuk mengidentifikasi *initiating event* (kejadian awal) dalam skenario kecelakaan.
4. Identifikasi *Pivotal Event* : Pengidentifikasian hambatan keamanan atau penanggulangan yang terlibat dengan skenario tertentu yang dimaksudkan untuk menghalangi kecelakaan.
5. Membuat *Event Tree* : Pembuatan *Event Tree Diagram* logis, dimulai dari *Initiating Event*, *Pivotal Event*, dan diselesaikan oleh hasil masing-masing jalur.
6. Penentuan Probabilitas Kegagalan : Penghitungan probabilitas kegagalan untuk pivotal event di *event tree diagram*. Mungkin bisa menggunakan *fault tree* untuk menentukan bagaimana *pivotal event* bisa mengalami kegagalan dan untuk mendapatkan probabilitas juga.

7. Identifikasi Hasil Tiap Jalur : Penghitungan risiko hasil untuk tiap jalur pada *event tree diagram*.
8. Evaluasi Risiko Tiap Jalur : Pengevaluasian risiko hasil pada tiap jalur dan penentuan apakah risiko dapat diterima.
9. Penggolongan Hasil Risiko ke *Risk Matrix* : Penggolongan hasil risiko *event tree analysis* ke dalam *risk matrix* dengan menentukan frekuensi dan masalah dari masing-masing *output event tree analysis* (ETA).
10. Dokumentasi Hasil *Event Tree Analysis* (ETA) : Pendokumentasian semua proses *event tree analysis* diperlukan untuk pembaruan informasi yang baru

Dalam melakukan analisa menggunakan metode *event tree analysis* (ETA) ini terdapat kelebihan dan kekurangan dalam pengerjaannya. Dibawah ini akan dijelaskan apa saja kelebihan dan kekurangan dari metode *event tree analysis* (ETA) ini.

Kelebihan :

1. Relatif mudah dipelajari, dilakukan, dan diikuti.
2. Dapat dilakukan secara efektif pada berbagai tingkat detail desain.
3. Sebagian besar pekerjaan dapat dibantu oleh perangkat komputer.
4. Model hubungan sistem yang kompleks dengan cara yang dapat dimengerti.
5. Mengikuti jalur kesalahan melintasi batas-batas sistem.
6. Menggabungkan software, lingkungan, dan interaksi manusia dalam pengerjaannya.
7. Tersedianya software untuk membantu pengerjaan.

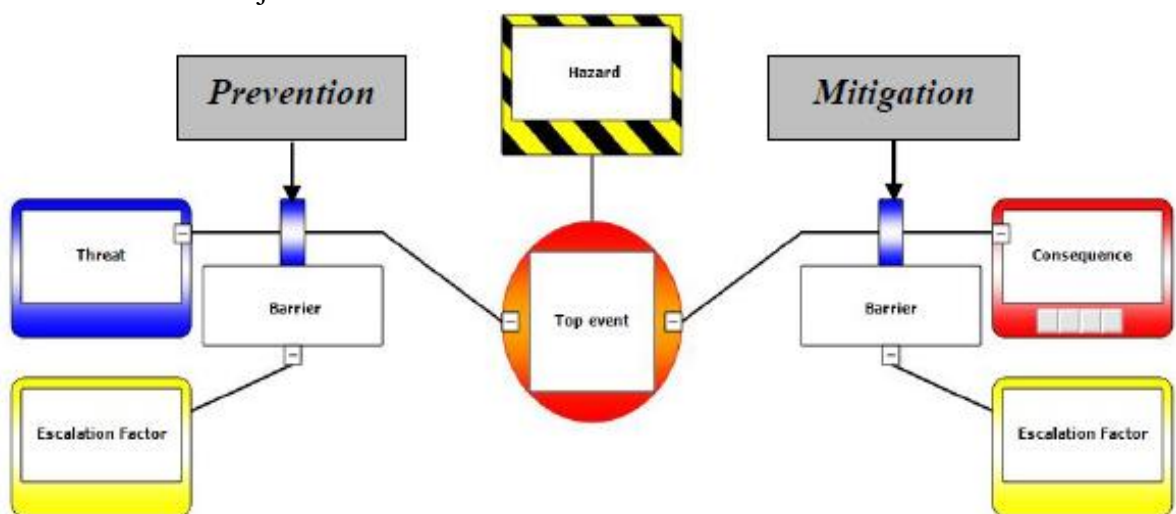
Kekurangan :

1. Membutuhkan seorang analis yang berpengalaman dan terlatih agar tidak terjadi kesalahan dalam pengerjaan.
2. Metode ini hanya memiliki satu initiating event, oleh karena itu beberapa *event tree analysis* (ETA) akan diperlukan untuk mengevaluasi konsekuensi dari beberapa kejadian awal.
3. Keberhasilan parsial / kegagalan tidak bisa dibedakan.

2.2.10 Bow-Tie Analysis

Bow-Tie Analysis merupakan metode pembentukan diagram untuk menggambarkan dan menganalisa jalur suatu risiko dari penyebab hingga dampaknya. Metode ini adalah kombinasi dari metode *fault tree analysis* (FTA) atau pohon kegagalan yang menganalisis penyebab suatu kegagalan dengan metode *event tree analysis* (ETA) atau pohon kejadian yang digunakan untuk menganalisa dampak dari suatu kegagalan. Namun untuk *Bow-Tie* itu sendiri lebih berfokus kepada penghambat (*barrier*) antara penyebab dan risiko, serta antara risiko dan dampak. Metode ini memiliki nama *Bow-Tie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan penyebab dan dampak masing-masing menjadi dua sayap kiri kanan yang mengapit kejadian risiko di bagian tengah. Metode ini menggabungkan unsure-unsur *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis* yang membentuk representasi grafis dari (Gifford et. Al., 2003) :

- Sebuah kejadian utama yang merugikan
- Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan suatu kejadian dengan probabilitas tertentu.
- Dampak dari suatu kegagalan beserta konsekuensinya.
- Kontrol yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kejadian kehilangan yang terjadi, dan kontrol yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari peristiwa hilangnya setelah mereka telah terjadi.



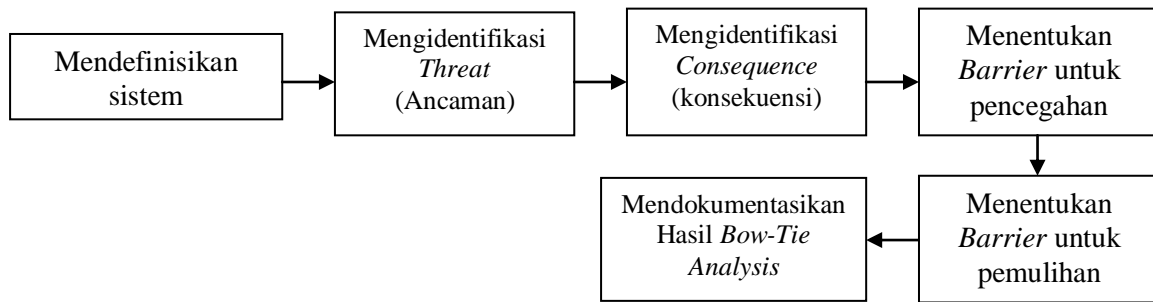
Gambar 2.22 Bow-Tie Diagram

(Sumber : www.dnvba.com)

Metode *Bow-Tie* sangat berguna untuk menjelaskan pengaruh pada sistem keselamatan (dan hambatan) pada perkembangan skenario kecelakaan. Sistem keamanan baik teknis maupun unsure-unsur organisasi bisa ditempatkan dalam dua cabang utama diagram. Diagram pada gambar 2.22 di atas adalah contoh representasi sederhana dari metode *Bow-Tie*. Metode *Bow-Tie* pada dasarnya adalah sebuah teknik probabilistik, tetapi dalam waktu yang telah dikembangkan dalam versi yang berbeda, tergantung pada sistem yang sedang dianalisa. Kelebihan dari diagram *Bow-Tie* adalah dapat memberikan gambaran beberapa skenario yang masuk akal pada satu gambar..

Dalam penyusunan diagram *Bow-Tie* tidak hanya membutuhkan data yang dapat diandalkan pada frekuensi dari semua kejadian, tetapi juga perlu mengetahui probabilitas kegagalan hambatan. Penyusunan diagram *Bow-Tie* memerlukan penilaian dan pendapat dari berbagai narasumber yang ahli dan berpengalaman di bidangnya. Tidak semua perusahaan dapat menerapkan metode ini. Meskipun demikian, *Bow-Tie analysis* merupakan dasar yang menarik untuk mendukung analisa kualitatif. Metode *Bow-Tie* merupakan langkah maju dalam keadaan saat ini dalam pengelolaan resiko, termasuk yang berhubungan dengan keselamatan kerja.

Dalam metode *Bow-Tie* terdapat berbagai macam istilah antara lain, *hazard* (resiko), *prevention* (pencegahan), *mitigation* (pemulihan), *threat* (ancaman), dan *consequence* (konsekuensi). Awal dari setiap *Bow-Tie* adalah adanya risiko. Risiko adalah sesuatu di sekitar kita atau bagian dari organisasi yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan atau kegagalan. *Prevention* (pencegahan) disini adalah langkah pencegahan terhadap penyebab kegagalan. Sedangkan *mitigation* (pemulihan) adalah langkah pemulihan / peringanan terhadap dampak dari kegagalan. *Threat* (Ancaman) adalah kegiatan yang dapat menyebabkan kegagalan atau faktor penyebab kegagalan dari hasil *fault tree analysis* (FTA). Sedangkan *consequence* (konsekuensi) adalah dampak atau akibat yang timbul dari kegagalan yang bisa diperoleh dari hasil *event tree analysis* (ETA).



Gambar 2.23 *Bow-Tie Analysis process*

Berikut ini merupakan urutan tahap analisa *Bow-Tie* berdasarkan gambar 2.23 adalah sebagai berikut:

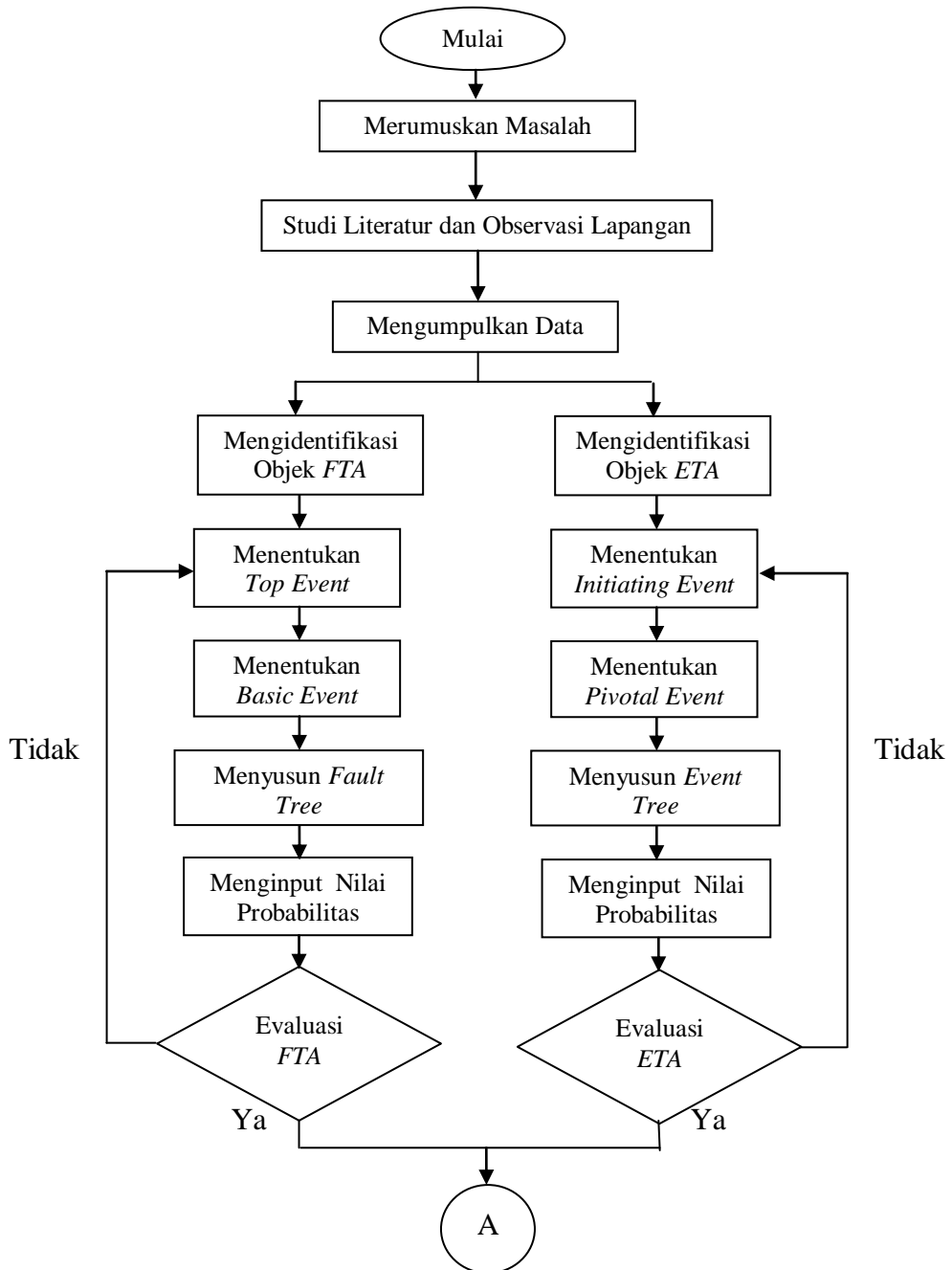
1. Mendefinisikan sistem : Memeriksa sistem dan menentukan batas-batas sistem, subsistem, dan *interface*.
2. Mengidentifikasi *Threat* (Ancaman) : Mengidentifikasi penyebab kegagalan dari *basic event* dalam diagram *fault tree analysis* (FTA).
3. Mengidentifikasi *Consequence* (konsekuensi) : Mengidentifikasi dampak kegagalan dari *output* diagram *event tree analysis* (ETA).
4. Menentukan *barrier* untuk pencegahan : Menentukan langkah pencegahan terhadap faktor penyebab kegagalan yang terjadi.
5. Menentukan *barrier* untuk pemulihan : Menentukan langkah pemulihan atau pengurangan terhadap dampak kegagalan yang terjadi.
6. Mendokumentasikan hasil *Bow-Tie Analysis* : Dokumen seluruh proses pada *Bow-Tie diagram* diperlukan untuk pembaruan informasi yang baru.

BAB III

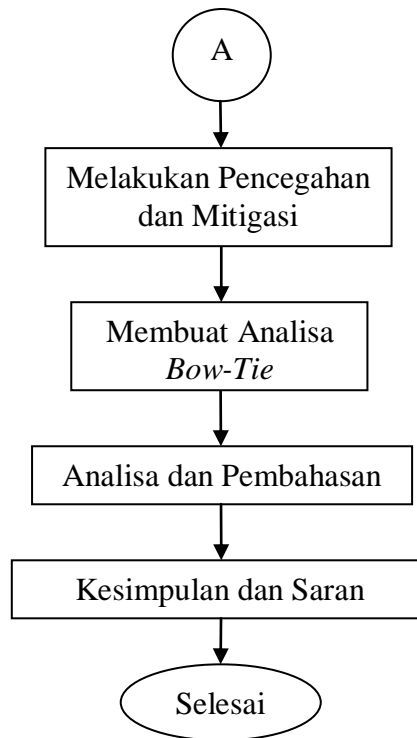
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dapat dijelaskan melalui diagram alir atau *flowchart* di bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2 Prosedur Penelitian

Penjelasan mengenai prosedur dan langkah-langkah penelitian dalam Tugas Akhir ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Merumuskan masalah

Langkah awal yang perlu dilakukan dalam melakukan sebuah penelitian adalah mengidentifikasi masalah yang akan dibahas dalam topik tugas akhir. Dengan perumusan masalah yang jelas, maka dapat dicari penyebab dan dampak yang ditimbulkan serta bagaimana langkah pencegahannya. Setelah perumusan masalah selesai dilakukan, kemudian ditetapkan tujuan penelitian agar penelitian menjadi jelas dan terarah. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan studi literatur dan observasi lapangan untuk mencari referensi serta data penelitian terdahulu yang dapat dijadikan perbandingan untuk mengerjakan penelitian ini.

2. Studi Literatur dan Observasi Lapangan

Sebagai sarana untuk mengembangkan wawasan dan melengkapi teori sehingga dapat mendukung dalam penulisan tugas akhir ini memerlukan studi literature dan observasi lapangan.

Adapun tahapan yang dilakukan antara lain:

- a. Studi mengenai manajemen risiko.
- b. Studi mengenai *fixed platform*.
- c. Studi mengenai material *support*
- d. Studi mengenai *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis*

3. Mengumpulkan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berguna untuk mendukung analisa yang dilakukan. Data yang digunakan akan diolah sebagai bahan analisis dan kondisi terkini dari perusahaan tersebut.

Data yang diperlukan antara lain:

- a. Data mengenai *fixed platform*.
- b. Data yang meliputi material *support* yang digunakan dalam proses pengiriman *topside* dan *jacket*.
- c. Data kendala-kendala yang ada pada proses pengembalian material *support*.

4. Mengidentifikasi Objek *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA).

Mengidentifikasi objek *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA) yang akan diteliti.

5. Menentukan *Top Event* dan *Initiating Event*

Setelah pada tahap sebelumnya mengidentifikasi dan memahami objek *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA) selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan *Top Event* untuk objek *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Initiating Event* untuk objek *Event Tree Analysis* (ETA).

6. Menentukan *Basic Event* dan *Pivotal Event*

Setelah *Top Event* pada FTA dan *Initiating Event* pada ETA sudah ditentukan, langkah selanjutnya yaitu menentukan *Basic Event* untuk objek *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Pivotal Event* untuk objek *Event Tree Analysis* (ETA).

7. Menyusun *Fault Tree* dan *Event Tree*

Setelah semua objek pada FTA dan ETA sudah ditentukan, langkah selanjutnya adalah menyusun diagram *fault tree* atau struktur pohon kegagalan dan *event tree* atau struktur pohon kejadian.

8. Menginput Nilai Probabilitas *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA)

Kemudian memasukkan nilai probabilitas berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara yang sudah dilakukan.

9. Evaluasi *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA)

Kemudian melakukan evaluasi terhadap *fault tree* dan *event tree* yang sudah dibuat. Untuk mengevaluasi *fault tree* dan *event tree* yang sudah dibuat dapat menggunakan metode kuesioner kepada pakar yang berkompeten yaitu pihak-pihak yang menangani dan terlibat dalam proyek tersebut.

Bila evaluasi tidak diterima maka dilakukan penyusunan ulang terhadap *fault tree* dan *event tree* berdasarkan koreksi dari hasil kuesioner, bila evaluasi diterima maka dapat dilanjutkan dengan penentuan penyebab dan dampak kegagalan.

10. Melakukan Pencegahan dan Mitigasi

Setelah tahap sebelumnya selesai, kemudian melakukan pencegahan terhadap risiko kegagalan yang ditimbulkan dari laporan hasil *Fault Tree Analysis* (FTA) dan mitigasi terhadap dampak yang ditimbulkan dari laporan hasil *Event Tree Analysis* (ETA) dengan menggunakan analisa *Bow-Tie*.

11. Membuat Analisa *Bow-Tie*

Menyusun *Bow-Tie Diagram* dari hasil *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Event Tree Analysis* (ETA).

12. Analisa Data dan Pembahasan

Dari data-data yang telah didapat, kemudian dilakukan analisa dan pembahasan, antara lain:

- Melakukan analisa dari hasil wawancara dan kuesioner untuk mendapatkan penyebab - penyebab tidak kembalinya material *support* dan dampak yang ditimbulkan akibat tidak kembalinya material *support* tersebut.
- Dari diagram *Bow-Tie Analysis* untuk permasalahan pada proyek tersebut, selanjutnya mencari *Barrier* (penghambat) dalam hal ini yaitu pencegahan (*prevention*) dan pemulihan (*mitigation*) untuk mengurangi risiko terjadinya kegagalan dan dampak kerugian yang ditimbulkan.

13. Kesimpulan dan Saran

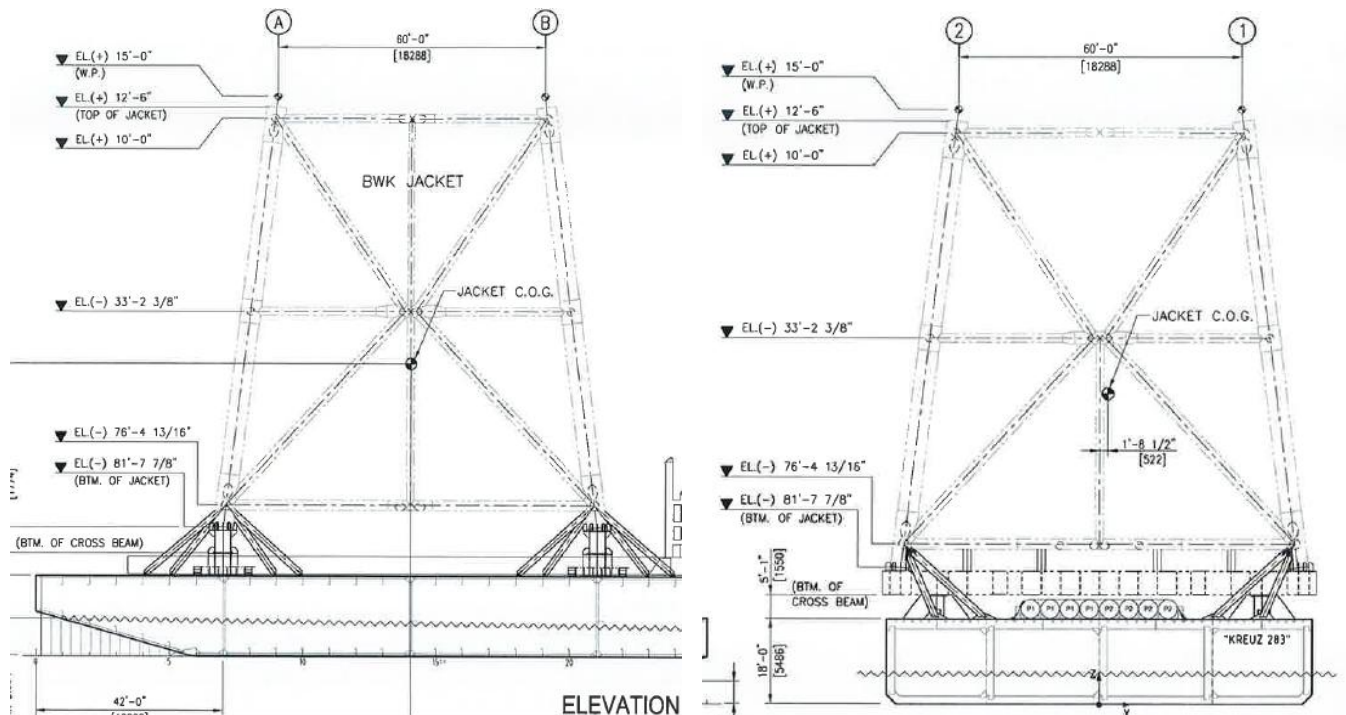
Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna perusahaan untuk mencegah kejadian yang sama terjadi pada proyek selanjutnya dan sebagai referensi pada penelitian yang berikutnya.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Studi kasus yang diambil dalam penelitian tugas akhir ini adalah pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform yang dikerjakan di PT. ABC di sektor migas. Platform ini merupakan pesanan dari perusahaan KLM. Platform ini beroperasi di sebelah tenggara Pulau Sumatera. Proyek ini telah selesai dikerjakan, namun terdapat beberapa masalah setelah proses pengerjaannya selesai. Salah satu diantaranya yaitu terkait material pendukung (*material support*) yang digunakan dalam proses pengiriman *jacket* dan *topside*. Material tersebut belum dikembalikan oleh PT. XYZ selaku pihak yang menangani proses pengiriman dan instalasi kepada PT. ABC yang mempunyai hak milik atas material-material tersebut. Sampai proses tersebut sudah selesai dilaksanakan material tersebut belum kembali.



Gambar 4.1 Material Support pada Jacket

Berikut ini adalah rincian spesifikasi *material support* yang digunakan untuk proses *transport* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform :

Tabel 4.1 Tabel spesifikasi *material support*

NO	ITEM	DIMENSION (mm)	MATERIAL		QTY	WEIGHT (KG)	REMARK
			GRADE OF MATERIAL	TYPE			
1	WF Beam (W16 x 36)	W 395 x 199 x 7,0 x 11,0 x Lg. 12.000	A36	III	1	648,2	JACKET
2	PIPE	D 323,9 x 9,5 x Lg. 6.000	ASTM A53 Gr. B	III	4	1820,3	JACKET
3	PIPE	D 406,4 x 12,7 x Lg. 6.000	API 5L X52	I	20	15266,4	JACKET
4	PIPE	D 508 x 25,4 x Lg. 6.000	API 5L X52	I	16	30532,9	TOPSIDE
5	PLATE	T 15,8 x 1800 x Lg. 6.000	ABS DH-36	I	2	2679,0	JACKET
6	PLATE	T 25,4 x 2400 x Lg. 12.000	ABS DH-36	I	2	11484,9	JACKET
7	PLATE	T 30 x 2400 x Lg. 12.000	ABS DH-36	I	3	20347,2	JACKET & TOPSIDE
8	PLATE	T 38 x 1500 x Lg. 700	A36	III	1	313,2	TOPSIDE
9	PLATE	T 50,8 x 2400 x Lg. 12.000	ABS DH-36	I	1	11484,9	JACKET
10	H.W TIMBER	□ 150 x 200 x Lg. 4.000			30		JACKET
11	H.W TIMBER	□ 50 x 400 x Lg. 1.000			16		TOPSIDE
12	WIRE ROOP	Ø 12 x Lg. 200m			1 ROLL		JACKET & TOPSIDE
13	WIRE ROOP CLAMP	Ø 12			200		JACKET & TOPSIDE
14	WIRE ROOP	Ø 16 x Lg. 300m			1 ROLL		JACKET & TOPSIDE
15	WIRE ROOP CLAMP	Ø 16			200		JACKET & TOPSIDE
16	TURN BUCKLE	CAPACITY 2 TON			100		JACKET & TOPSIDE
17	TURN BUCKLE	CAPACITY 5 TON			50		JACKET & TOPSIDE
18	WF Beam (W10 x 60)	W 259,6 x 256 x 10,7 x 17,3 x Lg. 12.000	A36	III	3	3288,1	TOPSIDE
19	WF Beam (W6 x 25)	W 162,1 x 154,4 x 8,1 x 11,6 x Lg. 12.000	A36	III	1	461,1	TOPSIDE
20	ANGLE 30 x 30	T 6 x 30 x 30 x Lg. 6.000	A36	III	1	17,0	TOPSIDE
21	PLATE	T 12,7 x 1800 x Lg. 6.000	A36	III	1	1076,7	TOPSIDE
22	PLATE	T 30 x 2400 x Lg. 12.000	ASTM A36	III	2	13564,8	TOPSIDE
23	PLATE	T 30 x 2400 x Lg. 6.000	ASTM A36	III	1	3391,2	TOPSIDE
24	PLATE	T 25,4 x 2400 x Lg. 12.000	ASTM A36	III	3	17227,3	TOPSIDE
25	PLATE	T 25,4 x 2400 x Lg. 6.000	ASTM A36	III	1	2871,2	TOPSIDE
26	PLATE	T 20 x 2400 x Lg. 12.000	ASTM A36	III	2	9043,2	TOPSIDE
27	PLATE	T 20 x 2400 x Lg. 6.000	ASTM A36	III	1	2260,8	TOPSIDE
28	PIPE	D 508 x 15 x Lg. 6.000	API 5L X52	I	7	7888,7	TOPSIDE
TOTAL WEIGHT						155667,2	

4.2 Identifikasi Hazard

Tabel 4.1 menunjukkan rincian dari spesifikasi *material support* yang digunakan untuk proses *transport jacket* dan *topside* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform. Di dalam tabel tersebut, setiap material memiliki spesifikasi dan harga yang berbeda-beda disesuaikan dengan kebutuhan dalam proses *transport*. Diketahui bahwa seluruh *material support* yang digunakan pada tabel tersebut tidak kembali. Dari data memorandum yang ada, menunjukkan bahwa permasalahan ini mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian finansial yang cukup besar. Hal ini berpotensi timbulnya tuntutan hukum oleh rekan kerja perusahaan yang telah bekerjasama dalam proyek tersebut akibat kerugian finansial yang cukup besar. Selain itu, reputasi perusahaan juga akan menurun di mata rekan kerja dan timbul publisitas jelek di media. Hal tersebut jelas akan sangat merugikan bagi perusahaan. Dengan pertimbangan di atas penelitian ini dilakukan untuk mencari faktor-faktor penyebab dan dampak *material support* tidak kembali pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform. Perlu adanya identifikasi untuk mengetahui penyebab mengapa hal tersebut dapat terjadi dan dampak jika material tersebut tidak kembali kepada PT. ABC. Metode yang akan digunakan adalah *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Event Tree Analysis (ETA)*. Kemudian kedua metode tersebut digabungkan menjadi *Bow Tie Analysis*.

Metode *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab. Dalam penyusunan data untuk *fault tree analysis* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software DPL 6.0 fault tree*. Dalam proses penggunaannya, *inputnya* berupa data *basic event* dan nilai probabilitas dari hasil wawancara dan kuesioner. Data kemudian diproses dalam bentuk diagram FTA sehingga akan muncul *output* berupa diagram FTA yang telah tersusun rapi beserta nilai probabilitas dari masing-masing *basic event*.

Selanjutnya metode *Event Tree Analysis (ETA)* digunakan untuk menganalisa konsekuensi yang timbul dari kejadian tersebut. Untuk *event tree analysis* tidak menggunakan *software*. Dalam mengolah data ETA, hanya membuat diagram berdasarkan hasil dari wawancara yang digunakan untuk

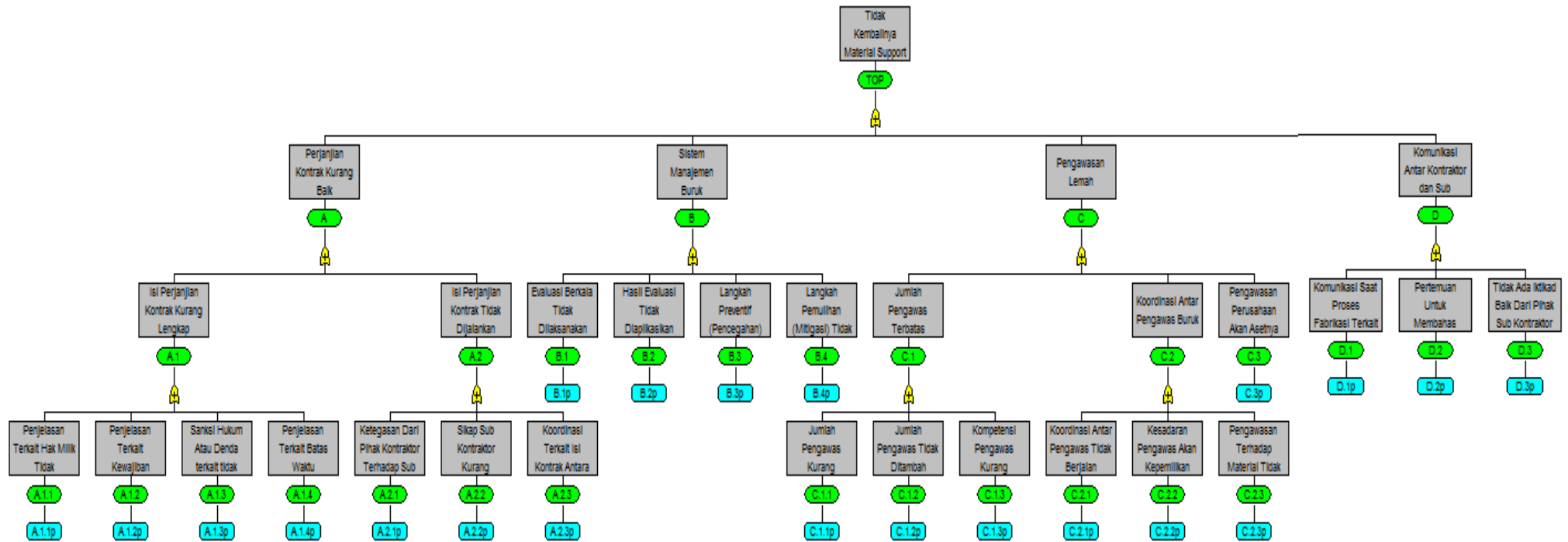
menyusun *initiating event*, *pivotal event*, dan *output*. Setelah itu menentukan probabilitas dan *severity* untuk digolongkan dalam *risk matrix*.

Untuk membuat diagram *bow tie*, dilakukan penggabungan antara diagram *fault tree analysis* dengan *diagram event tree analysis* yang telah dihasilkan sebelumnya. Kemudian pada sisi kiri (FTA) menentukan langkah pencegahan (*prevention*) dan pada sisi kanan (ETA) menentukan langkah peringanan dari dampak yang ditimbulkan akibat *material support* tidak kembali.

4.3 Pengolahan Data Faktor Penyebab Tidak Kembalinya *Material Support* dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) atau diagram pohon kesalahan adalah suatu metode analisa untuk mencari penyebab dari gagalnya suatu sistem, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event*) yang terjadi pada sistem. Disini akan dijelaskan secara menyeluruh mengenai apa saja faktor-faktor yang dapat menyebabkan tidak kembalinya *material support* mulai dari perjanjian kontrak yang rancu, manajemen yang buruk, pengawasan yang lemah dan komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang baik.

Di bawah ini dijelaskan mengenai penyebab tidak kembalinya *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform yang dibagi menjadi 4 cabang utama yaitu perjanjian kontrak kurang baik, manajemen yang buruk, pengawasan yang lemah dan komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor kurang baik. Dari cabang perjanjian kontrak kurang baik terbagi menjadi 2 cabang yaitu isi perjanjian kontrak kurang lengkap dan isi perjanjian kontrak tidak dilaksanakan. Dan dari 2 cabang tersebut masih terbagi menjadi beberapa cabang lagi yang berhubungan dengan isi perjanjian kontrak kurang baik. Kemudian dari cabang manajemen yang buruk terbagi menjadi 4 cabang utama. Sedangkan untuk cabang pengawasan yang lemah terbagi menjadi 3 cabang utama, dimana disetiap cabangnya terdiri dari beberapa cabang yang berhubungan dengan pengawasan. Untuk cabang komunikasi antar kontraktor dengan sub kontraktor yang kurang baik terbagi menjadi 3 cabang utama. Dari setiap cabang ini akan dijabarkan lagi menjadi lebih rinci mengenai akar permasalahan dari masing-masing kejadian.

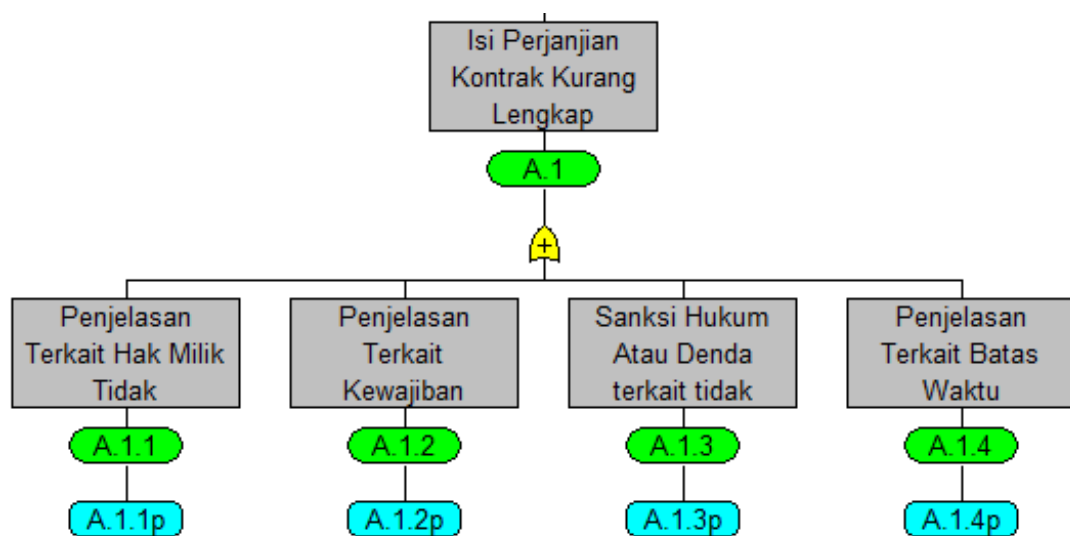


Gambar 4.2 Diagram FTA Tidak Kembalinya Material *Support*

4.3.1 Perjanjian Kontrak Kurang Baik

Perjanjian kontrak kurang baik disebabkan oleh dua faktor utama yang berkaitan satu dengan yang lainnya yaitu isi perjanjian kontrak kurang lengkap dan isi perjanjian kontrak tidak dilaksanakan. Dari masing-masing faktor ini, terbagi lagi menjadi beberapa faktor lain dan faktor-faktor ini didapatkan dari hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak yang terlibat langsung dalam proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform.

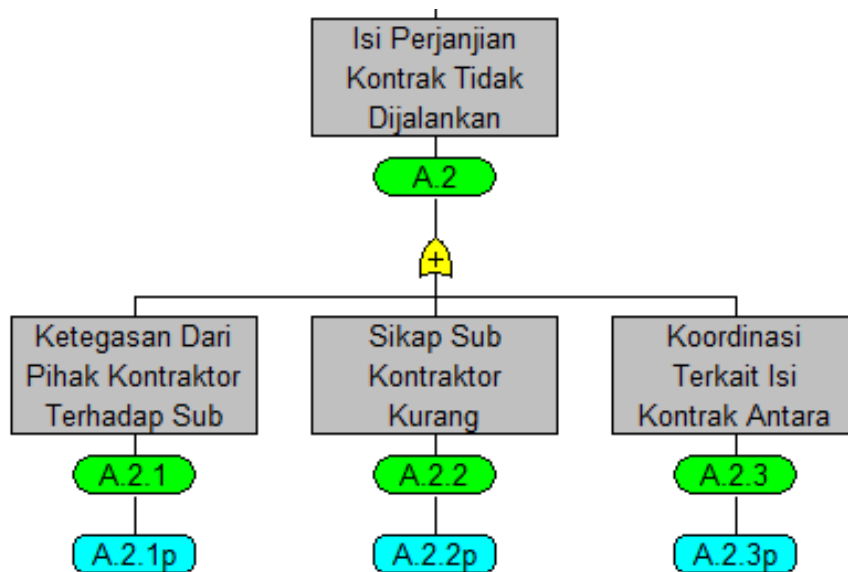
a. Isi Perjanjian Kontrak Kurang Lengkap



Gambar 4.3 Faktor-faktor isi perjanjian kontrak kurang lengkap

Beberapa hal yang menyebabkan isi perjanjian kontrak kurang lengkap yaitu tidak dicantumkan penjelasan terkait hak milik *material support*, tidak dicantumkan penjelasan terkait kewajiban pengembalian *material support*, tidak dicantumkan sanksi hokum atau denda terkait tidak kembalinya *material support* dan tidak dicantumkan penjelasan terkait batas waktu pengembalian *material support*. Faktor-faktor dalam perjanjian isi kontrak tersebut sangat besar pengaruhnya terhadap tidak kembalinya *material support*. Hal ini dikarenakan apabila salah satu faktor dari keempat faktor tersebut tidak dicantumkan di dalam isi perjanjian perjanjian kontrak, maka kemungkinan *material support* tersebut tidak kembali akan semakin besar. Sehingga hal tersebut akan menimbulkan kerugian bagi pihak kontraktor itu sendiri.

b. Isi Perjanjian Kontrak Tidak Dilaksanakan

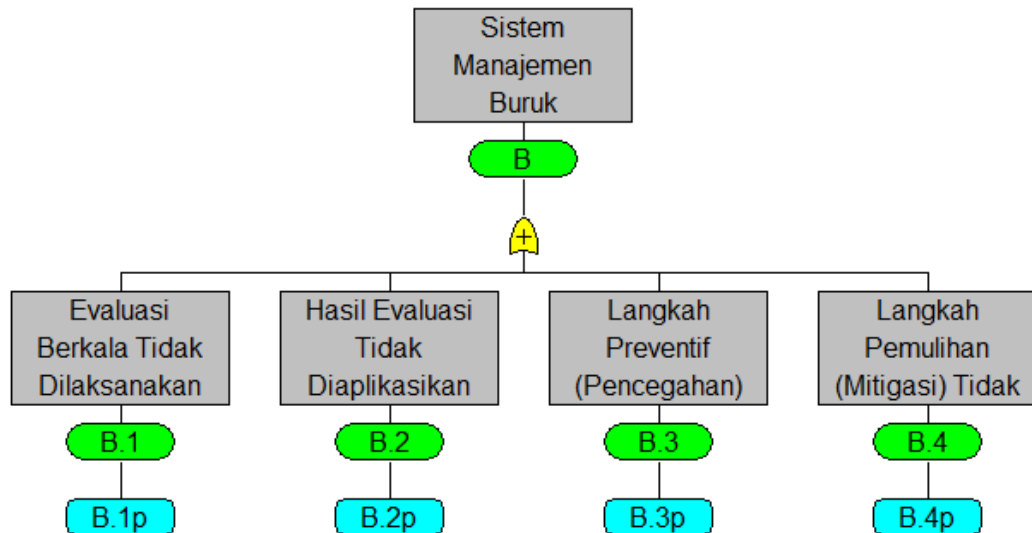


Gambar 4.4 Faktor-faktor isi perjanjian kontrak tidak dilaksanakan

Dalam pelaksanaannya di lapangan, memang sering sekali ditemui pelanggaran terhadap perjanjian kontrak yaitu tidak dijalankannya isi dalam perjanjian kontrak. Berdasarkan hasil wawancara dan kuisisioner terhadap pihak-pihak terkait, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor yang kurang, sikap sub kontraktor yang kurang professional dan koordinasi terkait isi kontrak yang kurang baik. Sehingga hal ini menimbulkan beberapa masalah dalam pengerjaan proyek itu sendiri apabila hal tersebut dibiarkan begitu saja. Salah satunya terkait *material support* yang sampai sekarang tidak jelas keberadaannya.

4.3.2 Sistem Manajemen Buruk

Tidak kembalinya *material support* juga disebabkan oleh sistem manajemen yang buruk. Dalam sistem manajemen yang buruk, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh yaitu Faktor-faktor ini didapatkan dari hasil wawancara dan kuesioner dengan karyawan-karyawan yang terlibat langsung dalam proyek tersebut.



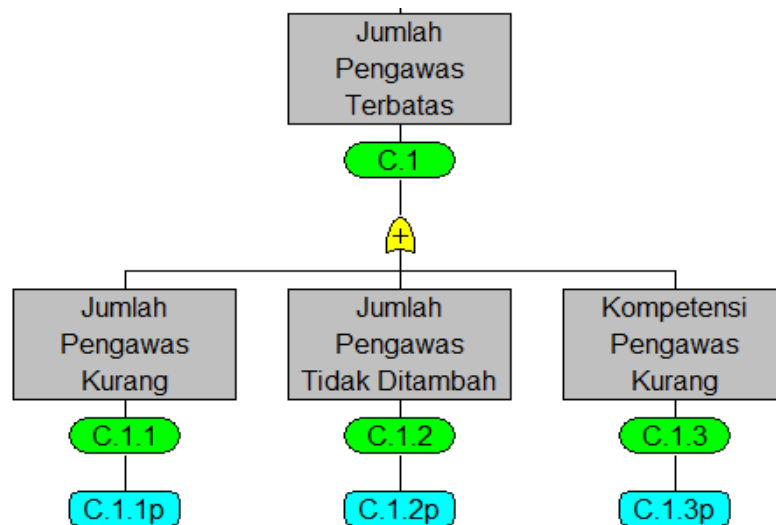
Gambar 4.5 Faktor-faktor sistem manajemen yang buruk

Salah satu faktor yang menyebabkan *material support* tidak kembali adalah sistem manajemen yang buruk, sehingga perlu adanya perbaikan dari sisi manajemen juga agar hal tersebut tidak terulang kembali. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap manajemen yaitu tidak dijalankannya evaluasi secara berkala, hasil evaluasi tidak dijalankan, tidak dilakukannya langkah pencegahan dan tidak adanya langkah pemulihan (mitigasi). Tidak dilakukannya evaluasi secara berkala menyebabkan tidak adanya laporan terbaru mengenai *material support* sehingga presentasi tidak kembalinya *material support* juga semakin tinggi. Apabila evaluasi sudah dilakukan, namun hanya beberapa saja hasil dari evaluasi yang dilaksanakan di lapangan, sehingga hasilnya juga kurang maksimal. Tidak dilakukannya langkah pencegahan sebelumnya dan pemulihan setelah tidak kembalinya *material support* membuat kemungkinan tersebut semakin besar.

4.3.3 Pengawasan yang Lemah

Faktor selanjutnya yang menyebabkan tidak kembalinya *material support* adalah lemahnya pengawasan. Hal ini disebabkan oleh tiga faktor yaitu jumlah pengawas terbatas, koordinasi antar pengawas kurang baik dan kurangnya pengawasan perusahaan akan asetnya. Dan disetiap faktor tersebut, terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut didapatkan dari hasil wawancara dan kuisioner kepada pihak yang berkecimpung langsung dalam proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform.

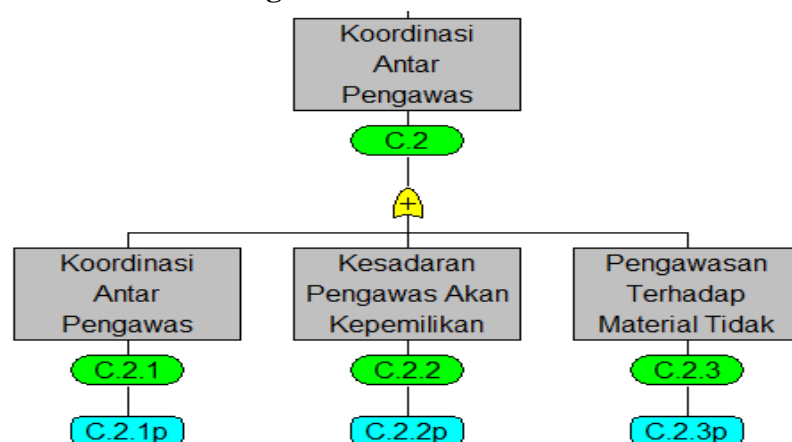
a. Jumlah Pengawas Terbatas



Gambar 4.6 Faktor-faktor jumlah pengawas terbatas

Jumlah pengawas terbatas juga sangat berpengaruh penting terkait tidak kembalinya *material support*. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kurangnya jumlah pengawas, jumlah pengawas yang tidak ditambah dan kurangnya kompetensi dari pengawas itu sendiri. Pengawas ini merupakan pihak yang langsung mengawasi seluruh kegiatan maupun peralatan (*material*), sehingga mereka merupakan ujung tombak dalam mencegah tidak kembalinya *material support*. Apabila faktor ini tidak ada perbaikan ataupun penanganan yang memadai, maka kemungkinan tidak kembalinya *material support* juga akan tetap besar karena kurangnya pengawasan.

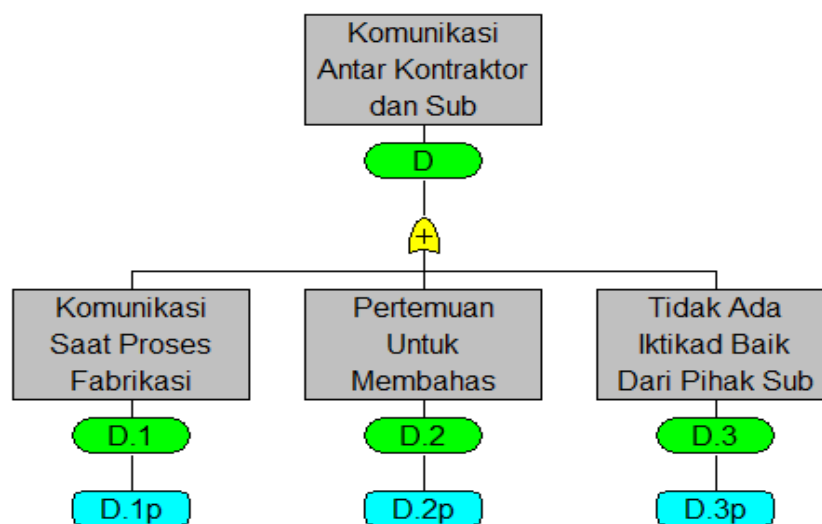
b. Koordinasi antar Pengawas Buruk



Gambar 4.7 Faktor-faktor koordinasi antar pengawas yang buruk

Ada beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan tidak kembalinya *material support*. Faktor tersebut menyangkut buruknya koordinasi antar pengawas. Buruknya koordinasi antar pengawas ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain koordinasi antar pengawas yang tidak berjalan, kurangnya kesadaran pengawas akan kepemilikan *material support* dan tidak dilakukannya pengawasan terhadap *material support* itu sendiri. Dengan buruknya koordinasi antar pengawas tersebut, membuat pengawasan kurang berjalan optimal.

4.3.4 Komunikasi Antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik



Gambar 4.8 Faktor-faktor Komunikasi Antar Kontraktor dan Sub Kontraktor

Komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor yang kurang baik dapat mempersulit pengembalian *material support*. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sulitnya *material support* tersebut kembali yang berkaitan dengan komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor, antara lain tidak dilakukannya komunikasi saat proses fabrikasi terkait *material support*, tidak dilaksanakannya pertemuan untuk membahas pengembalian *material support*, dan tidak adanya iktikad baik dari pihak sub kontraktor untuk mengembalikan *material support* tersebut. Faktor-faktor yang membuat semakin sulit proses pengembalian *material support*. Apabila hal tersebut dilakukan sebelumnya, maka proses pengembaliannya akan semakin mudah karena sudah dilakukan komunikasi sebelumnya.

Berikut ini merupakan *basic event* dari skema *fault tree* pada gambar 4.2 sampai dengan 4.8 yang ditunjukkan dalam tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Basic Event FTA

No.	Kode Kejadian	Nama Kejadian
1.	A.1.1	Penjelasan terkait hak milik material <i>support</i> tidak dicantumkan
2.	A.1.2	Penjelasan terkait kewajiban pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan
3.	A.1.3	Sanksi hukum ataupun denda bagi pihak sub kontraktor yang membawa material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak dicantumkan
4.	A.1.4	Penjelasan mengenai batas waktu pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan
5.	A.2.1	Ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor kurang
6.	A.2.2	Sikap sub kontraktor kurang profesional
7.	A.2.3	Koordinasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang
8.	B.1	Evaluasi secara berkala terkait material <i>support</i> tidak dilaksanakan
9.	B.2	Hasil evaluasi di lapangan tidak diaplikasikan
10.	B.3	Langkah preventif (pencegahan) untuk mencegah tidak kembalinya material <i>support</i> tidak dilakukan
11.	B.4	Langkah mitigasi (pemulihan) setelah material <i>support</i> tidak kembali tidak dilakukan
12.	C.1.1	Jumlah pengawas kurang
13.	C.1.2	Jumlah pengawas tidak ditambah
14.	C.1.3	Kompetensi pengawas kurang
15.	C.2.1	Koordinasi antar pengawas tidak berjalan
16.	C.2.2	Kesadaran pengawas akan kepemilikan material <i>support</i> kurang
17.	C.2.3	Pengawasan terhadap material <i>support</i> tidak dilaksanakan
18.	C.3	Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang
19.	D.1	Komunikasi terkait material <i>support</i> saat pembangunan berlangsung tidak dilaksanakan
20.	D.2	Pertemuan membahas pengembalian material <i>support</i> setelah proyek selesai tidak dilaksanakan
21.	D.3	Iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak ada

Minimal Cut Set

Kemudian langkah selanjutnya yang dilakukan setelah diagram *fault tree analysis* (FTA) selesai dibuat adalah menentukan *cut set*. *Cut set* merupakan kombinasi kegagalan pada kejadian dasar (*basic event*) atau kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang jika semua terjadi maka dapat menyebabkan peristiwa puncak terjadi. Sedangkan *minimal cut set* adalah kombinasi terkecil dari kombinasi kegagalan pada kejadian dasar (*basic event*) atau kombinasi peristiwa

paling kecil yang membawa kejadian yang tidak diinginkan. Penentuan dan perhitungan *cut set* memerlukan data probabilitas dari masing-masing *basic event*. Penilaian dari para ahli diperlukan untuk perhitungan probabilitas tersebut. Penentuan dan perhitungan *cut set* memerlukan data probabilitas dari masing-masing *basic event*. Penilaian dari para ahli diperlukan untuk perhitungan probabilitas tersebut. Responden yang mengisi kuesioner adalah orang yang berkecimpung langsung terkait dengan *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform. Data dari penilaian para responden kemudian disesuaikan dengan indeks frekuensi yang tersedia.

Pada tabel 4.3 di bawah ini merupakan data responden yang telah mengisi kuisisioner untuk penyusunan diagram *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA). Data responden ini dipilih berdasarkan permasalahan tidak kembalinya *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform.

Tabel 4.3 Data Responden

No.	Jabatan	Jenis Kelamin	Pengalaman Kerja
1.	Supervisor	L	28 tahun
2.	Supervisor	L	21 tahun
3.	Karyawan	L	25 tahun
4.	Karyawan	P	34 tahun
5.	Karyawan	L	36 tahun
6.	Foreman	L	24 tahun
7.	Karyawan	P	24 tahun
8.	Manager	L	30 tahun
9.	Supervisor	L	28 tahun
10.	Karyawan	P	25 tahun
11.	Supervisor	P	21 tahun
12.	Karyawan	L	26 tahun
13.	Karyawan	P	21 tahun
14.	Karyawan	L	26 tahun
15.	Karyawan	L	22 tahun
16.	Supervisor	L	28 tahun
17.	Supervisor	L	27 tahun
18.	Manager	L	25 tahun
19.	Karyawan	P	23 tahun
20.	Foreman	L	20 tahun

Nilai probabilitas dari masing-masing *basic event* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform* didapatkan dari hasil kuesioner dan wawancara dengan responden yang terkait pada proyek tersebut. Untuk frekuensi kejadian *basic event fault tree analysis* berdasarkan pada indeks frekuensi kejadian seperti di bawah ini :

Tabel 4.4 Indeks Frekuensi

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	Frequent	Kejadian terjadi di setiap produksi <i>platform</i> .	10^{-1}
4	Reasonably Probable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-2}
3	Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-3}
2	Extremely Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-4}
1	Extremely Improbable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-5}

Tabel 4.5 Probabilitas *Basic Event*

No.	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	A.1.1	Penjelasan terkait hak milik material <i>support</i> tidak dicantumkan	0,0428
2.	A.1.2	Penjelasan terkait kewajiban pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan	0,0376
3.	A.1.3	Sanksi hukum ataupun denda bagi pihak sub kontraktor yang membawa material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak dicantumkan	0,0287
4.	A.1.4	Penjelasan mengenai batas waktu pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan	0,0470
5.	A.2.1	Ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor kurang	0,0256
6.	A.2.2	Sikap sub kontraktor kurang profesional	0,0313
7.	A.2.3	Koordinasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang	0,0186
8.	B.1	Evaluasi secara berkala terkait material <i>support</i> tidak dilaksanakan	0,0250
9.	B.2	Hasil evaluasi di lapangan tidak diaplikasikan	0,0477
10.	B.3	Langkah preventif (pencegahan) untuk mencegah tidak kembalinya material <i>support</i> tidak dilakukan	0,0393
11.	B.4	Langkah mitigasi (pemulihan) setelah material <i>support</i> tidak kembali tidak dilakukan	0,0410
12.	C.1.1	Jumlah pengawas kurang	0,0277
13.	C.1.2	Jumlah pengawas tidak ditambah	0,0252
14.	C.1.3	Kompetensi pengawas kurang	0,0417
15.	C.2.1	Koordinasi antar pengawas tidak berjalan	0,0450
16.	C.2.2	Kesadaran pengawas akan kepemilikan material <i>support</i> kurang	0,0257
17.	C.2.3	Pengawasan terhadap material <i>support</i> tidak dilaksanakan	0,0261
18.	C.3	Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang	0,0343
19.	D.1	Komunikasi terkait material <i>support</i> saat pembangunan berlangsung tidak dilaksanakan	0,0314
20.	D.2	Pertemuan membahas pengembalian material <i>support</i> setelah proyek selesai tidak dilaksanakan	0,0734
21.	D.3	Iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak ada	0,0631

Dalam melakukan perhitungan *cut set* menggunakan bantuan *software* dengan menggunakan *software* DPL *Syncopation*. Langkah awal pengerjaan adalah menentukan *intermediate event*, faktor dari *basic event* FTA, lalu menentukan probabilitas dari masing-masing *basic event* tersebut dimana hasil probabilitas ini didapat dari hasil kuesioner dan wawancara dengan responden, lalu didapatkan hasil dari *minimal cut set* dari masing-masing cabang diagram FTA.

Pada tabel 4.6 di bawah ini dijelaskan mengenai *minimal cut set* dari proses perjanjian kontrak yang kurang baik. Dalam proses perjanjian kontrak ini, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan *material support* tidak kembali. Dan tiap faktor tersebut memiliki nilai probabilitas yang didapatkan dari hasil kuisisioner dan wawancara dengan pihak yang terkait.

Tabel 4.6 *Minimal Cut Set* pada Proses Perjnajian Kontrak Kurang Baik

No.	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	Penjelasan mengenai batas waktu pengembalian <i>material support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan	0,0470
2.	Penjelasan terkait hak milik <i>material support</i> tidak dicantumkan	0,0428
3.	Penjelasan terkait kewajiban pengembalian <i>material support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan	0,0376
4.	Sikap sub kontraktor kurang profesional	0,0313
5.	Sanksi hukum ataupun denda bagi pihak sub kontraktor yang membawa <i>material support</i> yang bukan hak milik tidak dicantumkan	0,0287
6.	Ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor kurang	0,0256
7.	Koordinasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang	0,0186
Total		0,2317

Pada *minimal cut set* proses perjanjian kontrak diawali dengan tidak dicantumkannya penjelasan mengenai batas waktu pengembalian *material support* yang bukan hak milik sub kontraktor dengan probabilitas 0,047. Faktor ini menjadi pilihan utama penyebab faktor perjanjian kontrak kurang baik terkait tidak kembalinya *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS

Compressor *Platform* dikarenakan kontrak merupakan langkah awal yang dilakukan dalam pengerjaan suatu proyek. Apabila langkah awal ini terdapat kekurangan, maka hampir bisa dipastikan akan ada permasalahan saat proyek tersebut berjalan, salah satunya terkait *material support*. Isi perjanjian kontrak yang kurang lengkap merupakan faktor yang mempengaruhi *material support* tidak kembali. Terutama jika tidak adanya keterangan mengenai batas waktu pengembalian *material support* dalam kontrak, maka pihak kontraktor tidak bisa menuntut kepada pihak sub kontraktor untuk mengembalikan material tersebut sesuai dengan tenggang waktu yang diinginkan oleh pihak kontraktor. Dan ini merupakan kerugian besar untuk pihak kontraktor dan memperbesar peluang tidak kembalinya *material support*.

Tabel 4.7 *Minimal Cut Set* pada Sistem Manajemen yang Buruk

No.	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	Hasil evaluasi di lapangan tidak diaplikasikan	0,0477
2.	Langkah mitigasi (pemulihan) setelah <i>material support</i> tidak kembali tidak dilakukan	0,0410
3.	Langkah preventif (pencegahan) untuk mencegah tidak kembalinya <i>material support</i> tidak dilakukan	0,0393
4.	Evaluasi secara berkala terkait <i>material support</i> tidak dilaksanakan	0,0250
Total		0,1530

Pada tabel 4.7 di atas menjelaskan mengenai *minimal cut set* pada sistem manajemen yang buruk. Sistem manajemen yang buruk sangat berpengaruh terhadap material-material yang ada di dalam suatu proyek. Permasalahan utama yang menyebabkan material tersebut tidak kembali adalah tidak dijalankannya hasil evaluasi di lapangan. Sehingga menyebabkan hal ini berulang kali terjadi tidak hanya pada proyek ini saja. Permasalahan utama tersebut tentu akan memberikan kerugian kepada pihak kontraktor. Permasalahan lain yang mendukung tidak kembalinya *material support* adalah tidak dilakukannya evaluasi secara berkala, tidak adanya langkah preventif untuk mencegah tidak kembalinya *material support* dan mitigasi untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat permasalahan ini.

Tabel 4.8 *Minimal Cut Set* pada Pengawasan yang Lemah

No.	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	Koordinasi antar pengawas tidak berjalan	0,0450
2.	Kompetensi pengawas kurang	0,0417
3.	Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang	0,0343
4.	Jumlah pengawas kurang	0,0277
5.	Pengawasan terhadap material <i>support</i> tidak dilaksanakan	0,0261
6.	Kesadaran pengawas akan kepemilikan material <i>support</i> kurang	0,0257
7.	Jumlah pengawas tidak ditambah	0,0252
Total		0,2257

Pada tabel 4.8 di atas menjelaskan mengenai *minimal cut set* pada pengawasan yang lemah. Permasalahan yang menyebabkan sistem manajemen yang buruk adalah jumlah pengawas terbatas, buruknya koordinasi antar pengawas dan kurangnya pengawasan perusahaan akan asetnya. Namun faktor buruknya koordinasi antar pengawas yang merupakan penyebab tertinggi yang paling berpengaruh terhadap lemahnya pengawasan material *support*. Hal ini sangat membuka peluang yang sangat besar untuk *material support* ini tidak kembali. Karena pengawasan merupakan ujung tombak untuk memantau keberadaan *material support* ini di lapangan.

Tabel 4.9 *Minimal Cut Set* pada Komunikasi antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik

No.	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	Pertemuan membahas pengembalian material <i>support</i> setelah proyek selesai tidak dilaksanakan	0,0734
2.	Iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak ada	0,0631
3.	Komunikasi terkait material <i>support</i> saat pembangunan berlangsung tidak dilaksanakan	0,0314
Total		0,1679

Pada tabel 4.9 menjelaskan mengenai *minimal cut set* pada Komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor berjalan kurang baik. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor kurang baik

yaitu tidak dilaksanakannya komunikasi terkait material *support* saat pembangunan berlangsung, tidak dilaksanakannya pertemuan membahas pengembalian material *support* setelah proyek selesai dan tidak ada iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material *support* yang bukan hak milik. Dan yang menjadi permasalahan utama dalam komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor yang menyebabkan tidak kembalinya material *support* adalah tidak dilakukannya pertemuan untuk membahas pengembalian *material support* setelah proyek tersebut selesai dilaksanakan.

Dari tabel 4.6 hingga 4.9 di atas dapat diketahui masing-masing *minimal cut set* dari *fault tree analysis* (FTA). Untuk *cut set* pada perjanjian kontrak kurang baik memiliki probabilitas sebesar 0,2317. Selanjutnya untuk *cut set* pada proses sistem manajemen yang buruk memiliki probabilitas sebesar 0,1530. Untuk *cut set* pada pengawasan yang lemah memiliki probabilitas sebesar 0,2257. Selanjutnya untuk *cut set* pada komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor yang kurang baik memiliki nilai probabilitas sebesar 0,1679. Jadi jumlah total probabilitas *cut set* untuk *top event* adalah :

$$T = C_1 + C_2 + \dots + C_n \dots \dots \dots (4.1)$$

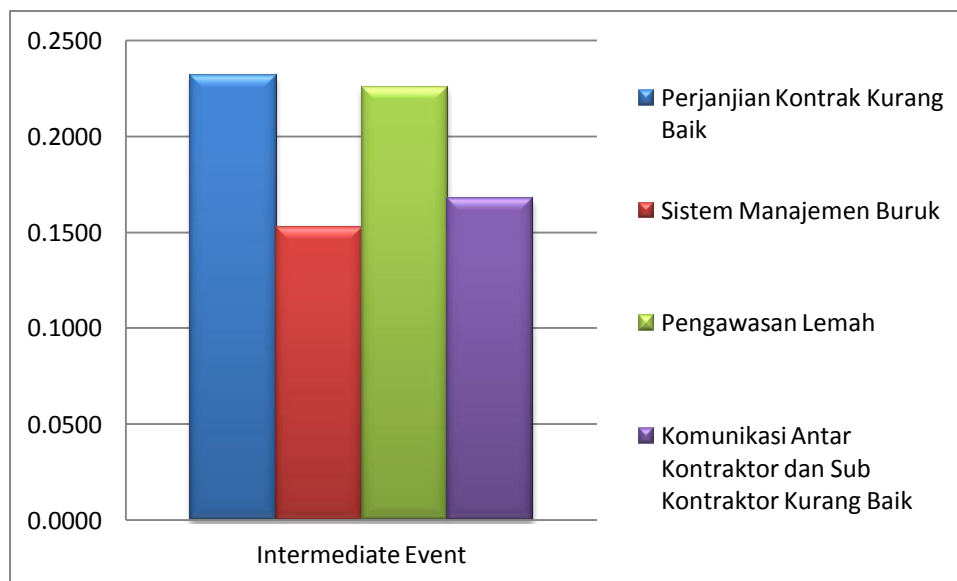
$$T = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots \dots \dots (4.2)$$

$$T = 0,2317 + 0,1530 + 0,2257 + 0,1679$$

$$T = 0,7783$$

Tabel 4.10 Probabilitas *Top Event*

No.	Nama Kejadian	Probabilitas
1.	Perjanjian Kontrak Kurang Baik	0,2317
2.	Sistem Manajemen Buruk	0,1530
3.	Pengawasan Lemah	0,2257
4.	Komunikasi antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik	0,1679
Total		0,7783



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Probabilitas

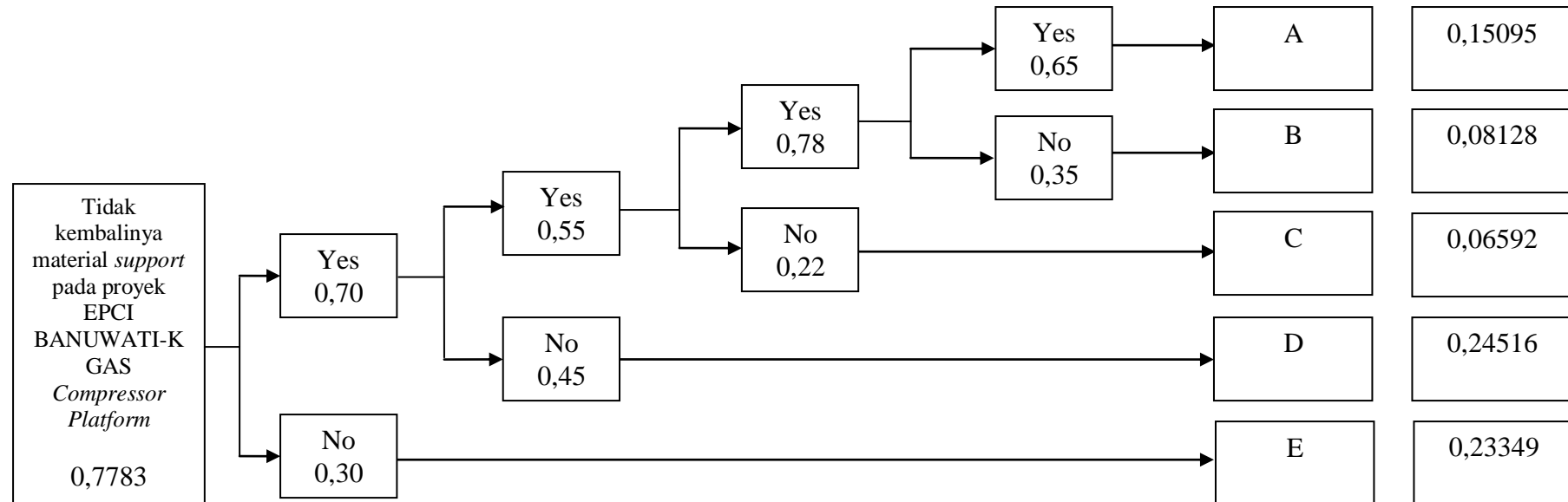
“Perjanjian kontrak kurang baik” mempunyai probabilitas yang lebih tinggi daripada “sistem manajemen buruk”, “pengawasan lemah” dan “komunikasi antar kontraktor dan sub kontraktor kurang baik”. Ini dikarenakan kontrak merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Apabila langkah awal ini terdapat kekurangan, maka hampir bisa dipastikan akan ada permasalahan saat proyek tersebut berjalan, salah satunya terkait *material support*. Dalam hal ini, untuk perjanjian kontrak terdapat beberapa hal yang mempengaruhi yaitu isi perjanjian kontrak kurang lengkap dan tidak dijalankannya isi perjanjian kontrak.. Faktor-faktor inilah yang menjadi penyebab tidak kembalinya *material support* kepada pihak yang memiliki hak milik atas material tersebut.

4.4 Pengolahan Data Faktor Akibat Tidak Kembalinya Material *Support* Pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform Dengan Metode *Event Tree Analysis* (ETA)

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) merupakan salah satu teknik analisa yang digunakan untuk mengevaluasi proses dan kejadian yang mengarah pada kemungkinan kegagalan. Metode ini digunakan dalam menganalisa konsekuensi yang timbul dari kegagalan atau kejadian yang tidak diinginkan. Konsekuensi dari kejadian diikuti melalui serangkaian kemungkinan. Dengan menganalisa semua hasil yang mungkin, adalah mungkin untuk menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan maupun hasil yang tidak diinginkan. Analisa dimulai dengan mempertimbangkan sebuah kejadian awal dan kemudian mencari kejadian lainnya yang timbul dari dasar sistem. Disini akan dijelaskan secara keseluruhan mengenai akibat tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform dimulai dari *pivotal event* yang tidak berjalan hingga *output* yang dihasilkan. Dari proses-proses tersebut nantinya akan didapatkan akibat permasalahan, probabilitas, dan *risk matrix* yang dijabarkan dalam bentuk diagram ETA.

Di bawah ini dijabarkan mengenai akibat dari tidak kembalinya material *support* yang terbagi menjadi 4 *pivotal event* yaitu perjanjian kontrak dijalankan dengan baik, sistem manajemen yang baik, pengawasan yang ketat, dan komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor berjalan dengan baik. Dari *pivotal event* tersebut akan didapatkan 5 *output* yang dilengkapi dengan kerugian financial, tingkat kepatuhan dan tingkat reputasi perusahaan akibat tidak kembalinya material *support*.

<i>Initiating Event</i>	<i>Pivotal Event</i>				<i>Output</i>	Probabilitas
	Perjanjian kontrak dijalankan dengan baik	Sistem manajemen yang baik	Pengawasan yang ketat	Komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor berjalan dengan baik		



Gambar 4.10 Diagram ETA Akibat Tidak Kembalinya Material Support

Keterangan gambar 4.10 Diagram *Event Tree Analysis* (ETA) :

a. *Initiating Event*

Initiating event adalah kejadian awal dalam skenario kegagalan pada ETA dimana pada kasus ini adalah tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform*. Dengan hasil probabilitas dari FTA sebesar 0,7783.

b. *Pivotal Event*

Pivotal event merupakan kejadian yang terjadi antara *initiating event* dan *output*. *Pivotal event* ini merupakan kejadian gagal maupun sukses dari diagram kegagalan ETA yang ditetapkan untuk mencegah *Initiating event* sehingga tidak mengakibatkan sebuah kegagalan ataupun kerugian. Dibawah ini terdapat 4 faktor *pivotal event* yaitu:

1. Perjanjian kontrak dijalankan dengan baik

Perjanjian kontrak merupakan langkah awal yang dilakukan sebelum suatu proyek dijalankan. Tahap ini sangat penting karena semua hal terkait pengerjaan proyek dicantumkan dalam kontrak. Sehingga pada tahap ini sangat menentukan apakah proyek yang akan berjalan tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak. Dengan pembuatan kontrak yang baik dan lengkap dalam proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform* ini, dapat diperkirakan proyek tersebut akan berjalan dengan baik. Sangat dihindari kesalahan pada pembuatan perjanjian kontrak yang dapat mengakibatkan kerugian di kemudian hari saat proyek tersebut sudah berjalan.

2. Sistem Manajemen yang Baik

Perlu adanya sistem manajemen yang baik dalam pengerjaan suatu proyek. Dengan adanya sistem manajemen yang baik maka hampir dapat dipastikan proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform* dapat berjalan lancar, salah satunya terkait material *support*. Tanpa adanya sistem manajemen yang baik, dapat menimbulkan kerugian seperti tidak kembalinya material *support*.

3. Pengawasan yang ketat

Pengawasan merupakan hal penting lainnya terkait dalam hal keberadaan *material support*. Pengawasan yang ketat juga sangat berpengaruh penting terkait tidak kembalinya *material support*. Dalam hal ini terdapat beberapa factor yang umum menyebabkan tidak kembalinya *material support* antara lain jumlah pengawas, pengawasan tidak dijalankan dan koordinasi antar pengawas yang tidak berjalan. Pengawasan merupakan ujung tombak di lapangan dalam mencegah tidak kembalinya *material support*. Apabila faktor ini mendapatkan perhatian khusus, maka kemungkinan tidak kembalinya *material support* juga akan semakin kecil karena ketatnya pengawasan.

4. Komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor berjalan dengan baik

Hal yang tidak kalah penting lainnya adalah Komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor itu sendiri. Apabila kejadian tidak kembalinya *material support* ini sudah terjadi, Faktor komunikasi lah yang menentukan apakah *material support* tersebut akan kembali atau tidak. Apabila komunikasi yang baik sudah dijalankan sebelumnya, maka proses pengembaliannya akan semakin mudah.

c. *Output*

Output pada *Event Tree Analysis* ini memiliki konsekuensi yang mana masing-masing *output* memiliki probabilitas sesuai dengan *pivotal event* yang tidak terjadi. Nilai yang digunakan untuk *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform ini adalah menggunakan kurs dollar (\$), tetapi dalam pengerjaan tugas akhir ini dirubah menjadi rupiah (Rp). Kurs dollar diasumsikan senilai Rp 13.000,-. Total nilai untuk *material support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform ini kurang lebih sebesar \$ 721.000. Bila dirupiahkan maka total nilai *material support* tersebut adalah Rp.10.094.000.000,-.

Keterangan mengenai masing-masing *output* :

1. *Output A* : Dimulai dari perjanjian kontrak hingga komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor terkait material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform semua berjalan dengan baik. Tetapi terdapat beberapa bagian kecil dari material *support* yang tidak dapat kembali. Dengan kerugian Rp. 125.000.000,- sampai dengan Rp. 300.000.000,-. Dengan adanya kerugian sebesar itu mengakibatkan menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal di kota tempat perusahaan tersebut, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama.

Output A terjadi dengan probabilitas :

$$0,7783 \times 0,7 \times 0,55 \times 0,78 \times 0,65 = 0,15095$$

2. *Output B* : Dimulai dari perjanjian kontrak hingga pengawasan terkait material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform semua berjalan dengan baik. Tetapi komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor kurang berjalan dengan baik sehingga menyebabkan lebih banyak dari material *support* yang tidak dapat kembali. Dengan kerugian Rp. 350.000.000,- sampai dengan Rp. 500.000.000,-. Dengan adanya kerugian sebesar itu mengakibatkan menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal di kota tempat perusahaan tersebut, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama.

Output B terjadi dengan probabilitas :

$$0,7783 \times 0,7 \times 0,55 \times 0,78 \times 0,35 = 0,08128$$

3. *Output C* : Pada output ini, tahap perjanjian kontrak dan sistem manajemen berjalan dengan baik. Namun karena lemahnya pengawasan di lapangan dan komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor terkait material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform kurang berjalan dengan baik sehingga menyebabkan hampir seperempat dari material *support* tidak dapat kembali kepada perusahaan. Dengan kerugian Rp. 600.000.000,-

sampai dengan Rp. 2.500.000.000,-. Dengan kerugian sebesar itu mengakibatkan semakin menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media tingkat provinsi, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama disertai dengan tuntutan hukum.

Output C terjadi dengan probabilitas :

$$0,7783 \times 0,7 \times 0,55 \times 0,22 = 0,06592$$

4. *Output D* : Pada output ini, hanya pada tahap perjanjian kontrak yang berjalan dengan baik. Pada tahap selanjutnya kurang berjalan dengan baik yaitu sistem manajemen yang buruk, lemahnya pengawasan di lapangan dan komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor terkait material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform* kurang berjalan dengan baik sehingga menyebabkan hampir setengah dari material *support* tidak dapat kembali kepada perusahaan dikarenakan tidak adanya sistem yang berjalan dan lemahnya pengawasan. Dengan kerugian Rp. 2.500.000.000,- sampai dengan Rp. 5.000.000.000,-. Dengan kerugian sebesar itu mengakibatkan semakin menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media tingkat provinsi, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama disertai dengan tuntutan hukum.

Output D terjadi dengan probabilitas :

$$0,7783 \times 0,7 \times 0,45 = 0,24516$$

5. *Output E* : Semua material *support* tidak dapat kembali, menyebabkan perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp. 10.000.000.000,-, dikarenakan pada tahap awal yaitu perjanjian kontrak tidak dilakukan dengan baik, sehingga pihak kontraktor tidak dapat menuntut kepada pihak sub kontraktor terkait pengembalian material *support*. Karena menimbulkan kerugian yang tinggi, mengakibatkan reputasi perusahaan ini turun di mata nasional.

Output E terjadi dengan probabilitas :

$$0,7783 \times 0,3 = 0,23349$$

Output dari hasil perhitungan di atas dapat dijelaskan secara terperinci pada tabel 4.11 di bawah ini :

Tabel 4.11 Ringkasan Konsekuensi dari Masing-Masing *Output*

Output	Reputasi	Kepatuhan	Kerugian Finansial (Rp)		Probabilitas
			Terkecil	Terbesar	
A	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu kabupaten/kota	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan protes (bukan tuntutan hukum)	125.000.000	300.000.000	0,15095
B	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu kabupaten/kota	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan protes (bukan tuntutan hukum)	350.000.000	500.000.000	0,08128
C	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu provinsi	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan tuntutan hukum	600.000.000	2.500.000.000	0,06592
D	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu provinsi	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan tuntutan hukum	2.500.000.000	5.000.000.000	0,24516
E	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media nasional	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat yang cukup berarti dan menimbulkan tuntutan hukum	10.000.000.000		0,23349

d. Konsekuensi *Event Tree Analysis* (ETA) pada *Risk Matrix*

Penentuan kategori konsekuensi dalam *risk matrix* berdasarkan probabilitas dari hasil *event tree analysis* (ETA). Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan *Frequency Index* (FI) dan *Severity Index* (SI) dari *output* yang dihasilkan pada *Event Tree Analysis* (ETA). Kemudian menghitung *Risk Index* (RI) untuk digolongkan dalam *risk matrix*.

Tabel 4.12 *Frequency Index* (FI) untuk *Risk Matrix*

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	Frequent	Kejadian terjadi di setiap produksi <i>platform</i> .	10^{-1}
4	Reasonably Probable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-2}
3	Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-3}
2	Extremely Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-4}
1	Extremely Improbable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-5}

Tabel 4.12 di atas adalah tabel yang menjelaskan penggolongan data kuantitatif dari *event tree analysis* (ETA) ke dalam *frequency index* (FI) dimana *rating* permasalahan terjadi menjelaskan tentang kurun waktu kejadian permasalahan material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor *Platform*. Pembuatan data ini dilakukan dengan metode wawancara dengan meminta persetujuan dari responden ETA.

Tabel 4.13 *Severity Index* (SI) untuk *Risk Matrix*

SI	Rating	Kualitatif		
		Finansial	Reputasi	Kepatuhan
1	Minor	Kerugian finansial sampai dengan Rp. 500 juta	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu kabupaten/kota	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan protes (bukan tuntutan hukum)
2	Moderate	Kerugian finansial sebesar Rp. 500 juta – Rp. 5 M	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media lokal dalam satu provinsi	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat berarti dan menimbulkan tuntutan hukum
3	Serious	Kerugian finansial sebesar Rp. 5 M – Rp. 50 M	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media nasional	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat yang cukup berarti dan menimbulkan tuntutan hukum
4	Catastrophic	Kerugian finansial > Rp. 50 M	Kehilangan reputasi atau timbulnya publisitas jelek di media internasional	Terjadinya kesalahan prosedur menimbulkan akibat yang sangat berarti dan menimbulkan tuntutan hukum dan mengancam penutupan operasi perusahaan

Tabel 4.13 adalah tabel yang menjelaskan penggolongan data kualitatif dari *event tree analysis* (ETA) ke dalam *severity index* (SI) dimana rating permasalahan terjadi menjelaskan tentang penggolongan dampak akibat permasalahan tidak kembalinya material *support* pada EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform. Penggolongan data ini juga meminta persetujuan dari responden ETA dengan metode wawancara. Hasil dari korespondensi terhadap *consequence* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.14 Hasil Wawancara Responden

No.	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)
		Kuantitatif	Kualitatif	Kualitatif
1	Output A	0,15095	Frequent	Minor
2	Output B	0,08128	Reasonably Probable	Minor
3	Output C	0,06592	Reasonably Probable	Moderate
4	Output D	0,24516	Frequent	Moderate
5	Output E	0,23349	Frequent	Serious

Tabel 4.15 Risk Matrix

FI	Rating	Severity Index (SI)			
		1	2	3	4
		Minor	Moderate	Serious	Catastrophic
5	Frequent	5	10	15	20
4	Reasonably Probable	4	8	12	16
3	Remote	3	6	9	12
2	Extremely Remote	2	4	6	8
1	Extremely Improbable	1	2	3	4

Keterangan

1-3 : Low

4-14 : Moderate

15-20 : High

Dari tabel di atas hasil *event tree analysis* (ETA) dapat dikelompokkan ke dalam *risk matrix* dengan rumus *risk index* (RI) sebagai berikut :

$$RI = FI \times SI \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan

RI : *Risk Index*

FI : *Frequency Index*

SI : *Severity Index*

Tabel 4.16 di bawah ini akan menjelaskan tentang penggolongan *output* ke dalam *risk index* (RI) dari hasil perhitungan sebelumnya.

Tabel 4.16 Hasil Risiko Tidak Kembalinya Material Support

No.	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)		Risk Index (RI)	
1.	Output A	5	Frequent	1	Minor	5	Moderate
2.	Output B	4	Reasonably Probable	1	Minor	4	Moderate
3.	Output C	4	Reasonably Probable	2	Moderate	8	Moderate
4.	Output D	5	Frequent	2	Moderate	10	Moderate
5.	Output E	5	Frequent	3	Serious	15	High

Dari tabel di atas dapat dilihat sebagai contoh *output* B berada pada bobot *Moderate* ini berarti tingkat resikonya berada pada tingkat yang “sedang/cukup” dengan *frequency index* (FI) berada pada posisi *Reasonably Probable* yang berarti tingkat frekuensi kejadian adalah “cukup memungkinkan” dengan *severity index* (SI) berada pada posisi *Minor* yang berarti tingkat bahayanya rendah.

Hasil penjelasan mengenai *output* yang lainnya dapat dilihat pada tabel 4.16 di atas. Hasil *output* di atas bila dimasukkan dalam *risk matrix* maka akan menjadi seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.17 Hasil Output pada Risk Matrix

FI	Rating	Severity Index (SI)			
		1	2	3	4
		Minor	Moderate	Serious	Catastrophic
5	Frequent	5	10	15	20
4	Reasonably Probable	4	8	12	16
3	Remote	3	6	9	12
2	Extremely Remote	2	4	6	8
1	Extremely Improbable	1	2	3	4

A
B
C
D
E

Keterangan

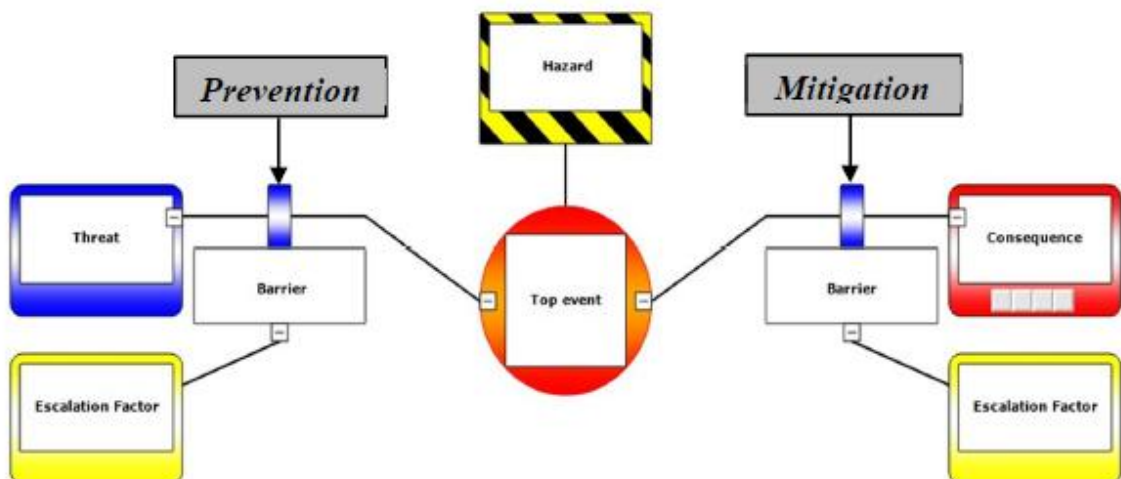
1-3 : Low

4-14 : Moderate

15-20 : High

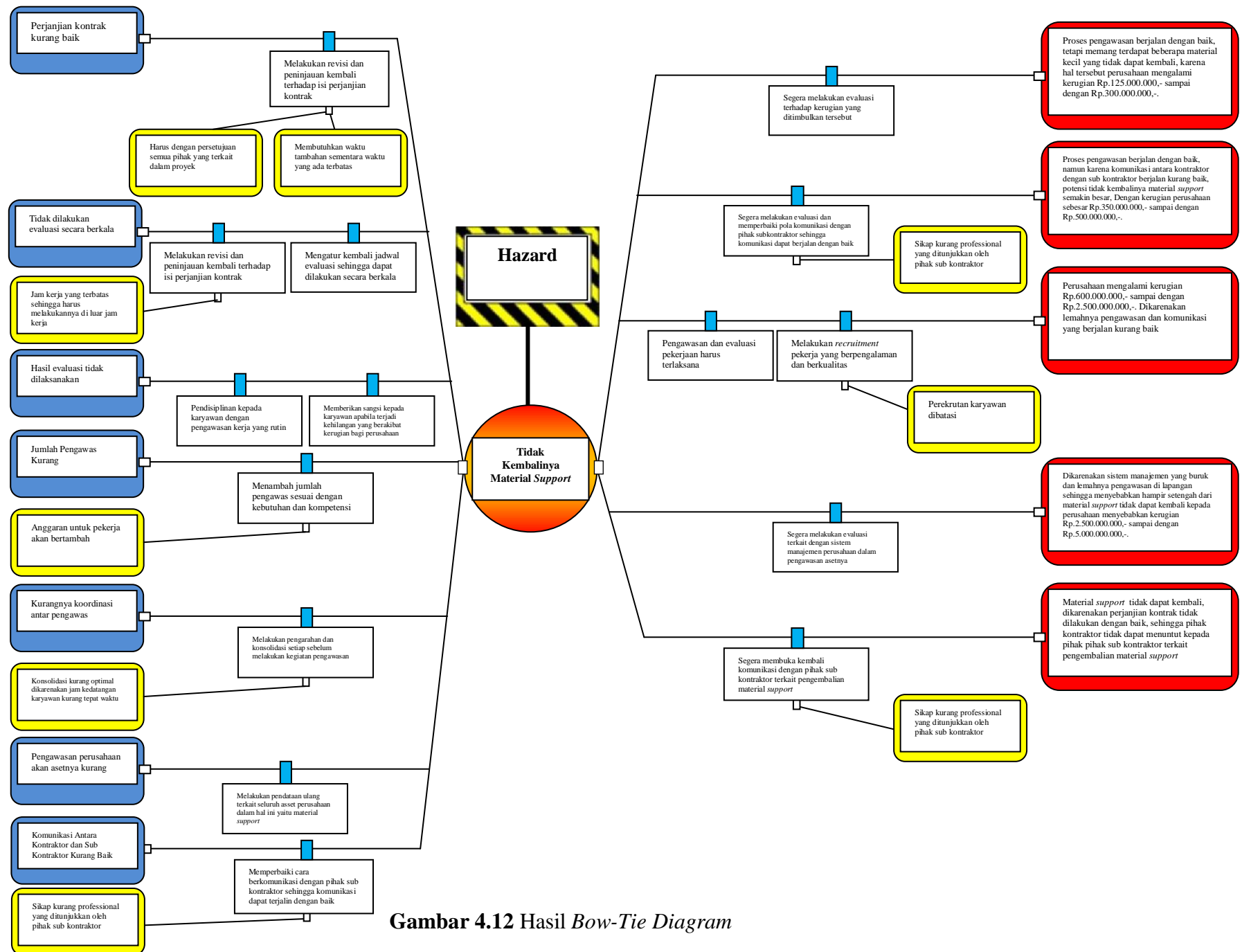
4.5 Pengolahan Data Penghambat (*Barrier*) Terkait Tidak Kembalinya *Material Support* pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform Dengan Metode *Bow-Tie Analysis*

Bow-Tie Analysis adalah sebagai kombinasi dari metode *fault tree analysis* (FTA) atau pohon kesalahan yang digunakan untuk menganalisa faktor penyebab suatu kegagalan dengan metode *event tree analysis* (ETA) atau pohon kejadian yang digunakan untuk menganalisa dampak dari suatu kegagalan. Langkah yang dilakukan setelah mencari faktor penyebab keterlambatan dengan menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA) dan mencari dampak keterlambatan dengan menggunakan metode *event tree analysis* (ETA) adalah mengolah data tidak kembalinya *material support* menggunakan metode *Bow-Tie Analysis*. *Bow-Tie Analysis* adalah metode diagramatis yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa jalur suatu resiko dari faktor penyebab kegagalan hingga dampaknya.. Metode ini juga berfungsi dalam penyusunan *barrier* atau penghambat dalam hal ini terbagi menjadi 2, *prevention* dan *mitigation*. *Prevention* (pencegahan) disini adalah langkah pencegahan terhadap faktor penyebab kegagalan. Sedangkan *mitigation* (pemulihan) adalah langkah pemulihan / peringanan terhadap dampak dari kegagalan.



Gambar 4.11 Diagram *Bow-Tie*

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan *top event* terlebih dahulu. Kemudian menyusun *threat* (ancaman) dan *consequence* (konsekuensi) yang akan dimasukkan dalam diagram *Bow-Tie*. Daftar *threat* (ancaman), dimasukkan dari *fault tree analysis* (FTA) berupa faktor penyebab tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform. Untuk daftar *consequence* (konsekuensi), dimasukkan berdasarkan hasil *output* dari metode *event tree analysis* (ETA) yang berupa kerugian financial dan reputasi. Setelah hal tersebut dicantumkan, kemudian membuat *barrier* (penghambat) dari hasil wawancara dengan berbagai narasumber maupun dari hasil evaluasi pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform sebagai langkah pencegahan ancaman (*threat prevention*) dan pemulihan atau peringanan dampak konsekuensi (*consequence mitigation*). Kemudian menentukan apakah ada faktor penghalang *barrier* itu terjadi dalam *escalation factor*.



Gambar 4.12 Hasil Bow-Tie Diagram

Pada tabel 4.18 di bawah ini menjelaskan mengenai macam-macam ancaman dari hasil *fault tree analysis* (FTA) dari permasalahan tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform* beserta pencegahannya (*prevention*) dan beberapa faktor penghalangnya.

Tabel 4.18 Daftar *Threat* pada Diagram *Bow-Tie*

No.	<i>Threat</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
1	Perjanjian kontrak kurang baik	Melakukan revisi dan peninjauan kembali terhadap isi perjanjian kontrak	Harus dengan persetujuan semua pihak yang terkait dalam proyek
			Membutuhkan waktu tambahan sementara waktu yang ada terbatas
2	Tidak dilakukan evaluasi secara berkala	Mengatur kembali jadwal evaluasi sehingga dapat dilakukan secara berkala	Tidak ada, sudah terlaksana
		Menambah jumlah frekuensi evaluasi	Jam kerja yang terbatas sehingga harus melakukannya di luar jam kerja
3	Hasil evaluasi tidak dilaksanakan	Pendisiplinan kepada karyawan dengan pengawasan kerja yang rutin	Tidak ada, sudah terlaksana
		Memberikan sanksi kepada karyawan apabila terjadi kehilangan yang berakibat kerugian bagi perusahaan	Tidak ada, sudah terlaksana
4	Jumlah Pengawas Kurang	Menambah jumlah pengawas sesuai dengan kebutuhan dan kompetensi	Anggaran untuk pekerja akan bertambah
5	Kurangnya koordinasi antar pengawas	Melakukan pengarahan dan konsolidasi setiap sebelum melakukan kegiatan pengawasan	Konsolidasi kurang optimal dikarenakan jam kedatangan karyawan kurang tepat waktu

Tabel 4.19 Daftar *Threat* pada Diagram *Bow-Tie* (Lanjutan)

No.	<i>Threat</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
6	Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang	Melakukan pendataan ulang terkait seluruh asset perusahaan dalam hal ini yaitu material <i>support</i>	Tidak ada, sudah terlaksana
7	Komunikasi Antara Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik	Memperbaiki cara berkomunikasi dengan pihak sub kontraktor sehingga komunikasi dapat terjalin dengan baik	Sikap kurang professional yang ditunjukkan oleh pihak sub kontraktor

Pada tabel 4.20 sampai tabel 4.21 di bawah ini menjelaskan mengenai macam-macam konsekuensi dari hasil *event tree analysis* (ETA) dari permasalahan tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform* beserta pemulihan atau pengurangan konsekuensi dan beberapa faktor penghalangnya.

Tabel 4.20 Daftar Konsekuensi Pada Diagram *Bow-Tie*

No.	<i>Consequence</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
1	Proses pengawasan berjalan dengan baik, tetapi memang terdapat beberapa material kecil yang tidak dapat kembali, karena hal tersebut perusahaan mengalami kerugian Rp.125.000.000,- sampai dengan Rp.300.000.000,-. Dengan adanya kerugian sebesar itu mengakibatkan menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal di kota tempat perusahaan tersebut, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama	Segera melakukan evaluasi terhadap kerugian yang ditimbulkan tersebut	Tidak ada, sudah terlaksana

Tabel 4.21 Daftar Konsekuensi Pada Diagram *Bow-Tie* (Lanjutan)

No.	<i>Consequence</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
2	Proses pengawasan berjalan dengan baik, namun karena komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor berjalan kurang baik, potensi tidak kembalinya material <i>support</i> semakin besar, Dengan kerugian perusahaan sebesar Rp.350.000.000,- sampai dengan Rp.500.000.000,-. Dengan adanya kerugian sebesar itu mengakibatkan menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal di kota tempat perusahaan tersebut, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama	Segera melakukan evaluasi dan memperbaiki pola komunikasi dengan pihak subkontraktor sehingga komunikasi dapat berjalan dengan baik	Sikap kurang professional yang ditunjukkan oleh pihak sub kontraktor
3	Perusahaan mengalami kerugian Rp.600.000.000,- sampai dengan Rp.2.500.000.000,-. Dikarenakan lemahnya pengawasan dan komunikasi yang berjalan kurang baik. Dengan kerugian sebesar itu mengakibatkan semakin menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media tingkat provinsi, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama disertai dengan tuntutan hukum	Pengawasan dan evaluasi pekerjaan harus terlaksana	Tidak ada, sudah terlaksana
		Melakukan <i>recruitment</i> pekerja yang berpengalaman dan berkualitas	Perekrutan karyawan dibatasi
4	Dikarenakan sistem manajemen yang buruk dan lemahnya pengawasan di lapangan sehingga menyebabkan hampir setengah dari material <i>support</i> tidak dapat kembali kepada perusahaan menyebabkan kerugian Rp.2.500.000.000,- sampai dengan Rp.5.000.000.000,-. Dengan kerugian sebesar itu mengakibatkan semakin menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media tingkat provinsi, serta timbul protes dari pihak yang bekerjasama disertai dengan tuntutan hukum	Segera melakukan evaluasi terkait dengan sistem manajemen perusahaan dalam pengawasan asetnya	Tidak ada, sudah terlaksana

Tabel 4.22 Daftar Konsekuensi Pada Diagram *Bow-Tie* (Lanjutan)

No.	<i>Consequence</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
5	Semua material <i>support</i> tidak dapat kembali, dikarenakan perjanjian kontrak tidak dilakukan dengan baik, sehingga pihak kontraktor tidak dapat menuntut kepada pihak pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i> . Karena menimbulkan kerugian yang tinggi, mengakibatkan reputasi perusahaan ini turun di mata nasional	Segera membuka kembali komunikasi dengan pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i>	Sikap kurang professional yang ditunjukkan oleh pihak sub kontraktor

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor utama penyebab tidak kembalinya material *support* adalah perjanjian kontrak berjalan kurang baik dengan probabilitas sebesar 0,2317, sistem manajemen yang buruk dengan probabilitas sebesar 0,153, pengawasan yang lemah dengan probabilitas sebesar 0,2257, komunikasi antara kontraktor dengan sub kontraktor kurang baik dengan probabilitas sebesar 0,1679 dan probabilitas keseluruhan dari permasalahan tidak kembalinya material *support* adalah 0,7783.
2. Dampak dari tidak kembalinya material *support* adalah pihak kontraktor mengalami kerugian finansial antara Rp.350.000.000,- hingga Rp.10.000.000.000,- yang disebabkan oleh beberapa faktor di atas. Selain kerugian finansial, perusahaan juga menanggung dampak lain yaitu menurunnya reputasi perusahaan dan timbulnya publisitas jelek di media lokal sampai dengan media internasional.
3. Indeks risiko terendah dimiliki output B yaitu proses perjanjian kontrak hingga pengawasan berjalan dengan baik, hanya komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor tidak berjalan dengan baik dengan nilai 4 (*moderate*) dan tertinggi dimiliki output E yaitu dari tahap awal perjanjian kontrak tidak dilakukan dengan baik dengan nilai 15 (*high*), selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.17.
4. Dari diagram *Bow-Tie* diketahui upaya untuk mencegah tidak kembalinya material *support* karena ancaman “perjanjian kontrak kurang baik” adalah dengan melakukan revisi dan peninjauan kembali terhadap isi perjanjian kontrak. Ancaman tersebut menyebabkan perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp. 10.000.000.000,- dikarenakan semua material *support* tidak dapat kembali, maka upaya mitigasinya adalah segera membuka kembali

komunikasi dengan pihak sub kontraktor terkait pengembalian material *support*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis pada pengerjaan tugas akhir ini berkaitan dengan faktor penyebab dan dampak tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform* adalah studi kasus yang diambil pada penelitian ini hanya pada 1 objek atau 1 perusahaan saja. Diharapkan pada penelitian berikutnya agar melakukan penelitian antar proyek atau antar perusahaan. Dan untuk kebermanfaatan dari penelitian ini, akan lebih baik jika langkah-langkah untuk solusi yang disarankan pada *barrier preventive* (pencegahan) dan *barrier mitigation* (pemulihan) pada diagram *bowtie analysis* dapat diterapkan pada proyek selanjutnya sehingga dapat mencegah dan mengurangi kerugian yang timbul.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y. dan Hastuti, T. 2002. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Arda. **Anjungan Lepas Pantai**. Ardaadasaja.blogspot.com. 15 April 2013. 5 Februari 2016 <<http://ardaadasaja.blogspot.co.id/2013/04/membangun-offshore-platform-anjungan.html>>
- Barlian, D. A. 2012, **Analisis Waktu Dan Pembiayaan Untuk Proses Loadout Jacket Structure Menggunakan Dolly Dan Skidway**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Clifford F. G. dan Erik, W. L. 2007. **Manajemen Proyek: Proses Manajerial**. ANDI. Yogyakarta.
- Det Norske Veritas, 2002, **Risk Management in Marine-and Subsea operation**, Veritasvein, Norway.
- Ericson A. Clifton. 2005. **Hazard Analysis Techniques for System Safety**. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken. New Jersey.
- Ervianto, Wulfram. 2004. **Manajemen Proyek Konstruksi**. ANDI. Yogyakarta.
- Hayat, Fadhil. **Analisis Risiko**. Blog.html 27 Agustus 2010. 1 Maret 2016 <Analisis Risiko _ Fadhil Hayat's Blog.html>
- Husen, Abrar. 2010. **Manajemen Proyek**. ANDI. Yogyakarta.
- Kurniawan, Reza. 2015, **Studi Keterlambatan Pembangunan Proyek Kapal Kargo Dengan Menggunakan Metode Bow Tie Analysis**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Lestari, A. N. 2012, **Studi Pembiayaan Pembangunan Jacket Structure Dengan Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment)**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- McClelland. 1986. **Planning and Design of Fixed Offshore Platforms**. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Nizar, Chairil. **Manajemen Proyek**. Ilmusipil.com. 25 Desember 2011. 1 November 2014 <www.ilmusipil.com/manajemen-proyek>

- Novega, Anantya. 2015, **Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Metode Bow Tie Analysis : Studi Kasus Proyek Pressure Part HRSG (Heat Recovery Steam Generator)**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Priyanta, Dwi. 2000. **Keandalan dan Perawatan**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- PT PAL Indonesia. 2014. **Analisa Kajian Risiko Permintaan Pengembalian Material Dan Kepastian Pembayaran**. Banuwati Project Management Document. Surabaya.
- PT PAL Indonesia. 2014. **Jacket Fabrication and Erection Procedure**. Madura BD Field Development – EPCI Project Management Document. Surabaya.
- Putra, A.T., 2014, **Evaluasi Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure : Studi Kasus Proyek EPCC Bukit Tua PT. PAL Indonesia**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Redana, Firza. 2015, **Analisa Keterlambatan Proyek Pembangunan Jacket Structure pada Proyek HCML (Husky CNOOC Madura Limited) Platform di PT. PAL Indonesia**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rosyid, D. M., 2007, **Pengantar Rekayasa Keandalan**, Airlangga University Press, Surabaya.
- Soegiono. 2004. **Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut**. Airlangga University Press. Surabaya.
- Soemarno. **Analisis Risiko**. multiply.com. 25 Agustus 2009. 14 Februari 2016
<[http://soemarno.multiply.com/analisis risiko](http://soemarno.multiply.com/analisis_risiko)>
- Sukoroto. Suparno. Februari 2012. **Manajemen Risiko Usaha pada Tender Lokomotif di PT. INKA (Persero)**. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV. Program Studi Magister Manajemen – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sulistiyono, Bhakti. 2010, **Analisa Risiko Operasional Struktur Terpancang**,
Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Surabaya.

Zikri, Manshur. **Analisis Resiko dan Beberapa Metodologinya**. 4 Juni 2012. 3
Maret 2016 <Analisis Resiko dan Beberapa Metodologinya.html>

**Kuesioner Mengenai Pengembalian Material *Support* pada Proyek EPCI
BANUWATI-K GAS Compressor Platform di PT PAL Indonesia**

- ❖ Jenis Kelamin : L / P
- ❖ Status : ☐ Karyawan Tetap ☐ Karyawan Kontrak
- ❖ Jabatan : ☐ Supervisor ☐ Foreman ☐ Karyawan ☐ Manager
- ❖ Lama Bekerja : Tahun

Kuesioner ini diperlukan peneliti atas nama Mohamad Lukman Nur Khakim dari Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk membantu pengerjaan tugas akhir yang membahas permasalahan mengenai faktor penyebab tidak kembalinya material *support* pada proyek EPCI BANUWATI-K GAS Compressor Platform di PT PAL Indonesia.

CARA MENGISI KUESIONER

Beri tanda √ pada kotak yang jawabannya menurut anda benar. Bila anda menempatkan tanda √ pada kotak yang salah, hitamkan kotak tersebut hingga penuh, kemudian tempatkan tanda √ yang baru di kotak yang menurut anda benar.

Permasalahan Terkait Pengembalian Material *Support*

A. Perjanjian Kontrak Rancu

❖ **Indikator 1** : Isi perjanjian kontrak kurang lengkap

1. Mengenai status kepemilikan material *support* untuk proses *transport platform* di perusahaan anda, apakah sering terjadi kerancuan dalam isi perjanjian kontrak?
☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali
2. Berkaitan dengan isi perjanjian kontrak mengenai kepemilikan material *support*, apakah beberapa hal ini pernah terjadi?
☐ Penjelasan terkait hak milik material *support* tidak dicantumkan.
☐ Penjelasan terkait kewajiban pengembalian material *support* yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan
☐ Sanksi hukum ataupun denda bagi pihak sub kontraktor yang membawa material *support* yang bukan hak milik tidak dicantumkan

☐ Penjelasan mengenai batas waktu pengembalian material *support* yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan

☐ Semua pilihan

☐ Lainnya

3. Apabila dimasukkan ke dalam penilaian, seberapa besar pengaruh hal pada nomor 2?

☐ Kecil ☐ Sedang ☐ Besar ☐ Besar sekali

❖ **Indikator 2** : Isi perjanjian kontrak tidak dijalankan

4. Apakah sub kontraktor sering tidak melaksanakan isi dalam perjanjian kontrak pembangunan *platform* terkait kepemilikan material *support* di perusahaan anda?

☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali

5. Apakah faktor berikut berpengaruh terhadap tidak dilaksanakannya isi dalam perjanjian kontrak?

☐ Ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor kurang

☐ Sikap profesional dari sub kontraktor kurang

☐ Koordinasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang

☐ Semua pilihan berpengaruh

☐ Lainnya

6. Jika dimasukkan ke dalam penilaian, seberapa besar pengaruh hal pada nomor 5?

☐ Kecil ☐ Sedang ☐ Besar ☐ Besar Sekali

B. Manajemen Buruk

❖ Indikator 3 : Manajemen yang buruk

7. Berkaitan dengan manajemen material *support* pada proyek *platform* di perusahaan tempat anda bekerja, beberapa hal ini apakah pernah terjadi?

- ☐ Evaluasi secara berkala terkait material *support* tidak dilaksanakan
- ☐ Hasil evaluasi di lapangan tidak diaplikasikan
- ☐ Langkah preventif (pencegahan) untuk mencegah tidak kembalinya material *support* tidak dilakukan
- ☐ Langkah mitigasi (pemulihan) setelah material *support* tidak kembali tidak dilakukan
- ☐ Semua hal di atas pernah terjadi
- ☐ Lainnya

8. Seberapa seringkah kejadian pada nomor 7 terjadi dalam proyek pembangunan *platform*?

- ☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali

9. Bila dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal pada nomor 7?

- ☐ Kecil ☐ Normal ☐ Besar ☐ Besar sekali

C. Pengawasan Lemah

❖ Indikator 4 : Jumlah Pengawas Terbatas

10. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan pengawas berikut berpengaruh terhadap tidak kembalinya material *support*?

- ☐ Jumlah pengawas kurang
- ☐ Jumlah pengawas tidak ditambah
- ☐ Kompetensi pengawas kurang

- ☐ Semua pilihan berpengaruh
☐ Lainnya

11. Seberapa seringkah kejadian pada nomor 10 terjadi dalam pengawasan proyek pembangunan *platform*?

- ☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali

12. Bila dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal pada nomor 10?

- ☐ Kecil ☐ Normal ☐ Besar ☐ Besar sekali

❖ **Indikator 5** : Koordinasi Pengawas yang buruk

13. Berkaitan dengan koordinasi antar pengawas terkait tidak kembalinya material *support* pada proyek *platform* di perusahaan tempat anda bekerja, beberapa hal ini apakah pernah terjadi?

- ☐ Kesadaran pengawas akan kepemilikan material *support* kurang
☐ Pengawasan terhadap material *support* tidak dilaksanakan
☐ Koordinasi antar pengawas tidak berjalan
☐ Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang
☐ Semua hal di atas pernah terjadi
☐ Lainnya

14. Seberapa seringkah kejadian pada nomor 13 terjadi dalam pengawasan material *support*?

- ☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali

15. Apabila dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal pada nomor 13?

- ☐ Kecil ☐ Normal ☐ Besar ☐ Besar sekali

D. Komunikasi Antar Kontraktor dan Sub Kontraktor buruk

❖ Indikator 6 : Komunikasi kurang baik

16. Mengenai status kepemilikan material *support* pada pembangunan *platform* di perusahaan anda, apakah sering terjadi komunikasi yang kurang baik antara kontraktor dan sub kontraktor?

☐ Tidak pernah ☐ Kadang-kadang ☐ Normal ☐ Sering ☐ Sering sekali

17. Berkaitan dengan komunikasi antara kontraktor dan sub kontraktor mengenai kepemilikan material *support*, apakah beberapa hal ini pernah terjadi?

☐ Komunikasi terkait material *support* saat pembangunan berlangsung tidak dilakukan

☐ Pertemuan membahas pengembalian material *support* setelah proyek selesai tidak dilakukan

☐ Iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material *support* yang bukan hak milik tidak ada

☐ Semua pilihan

☐ Lainnya

18. Apabila dimasukkan ke dalam penilaian, seberapa besar pengaruh hal pada nomor 17?

☐ Kecil ☐ Sedang ☐ Besar ☐ Besar sekali

Apabila ada faktor penyebab lain yang menyebabkan material *support* tidak kembali dan belum dicantumkan oleh peneliti, bisa ditambahkan pada kolom kosong di bawah ini :

.....

.....

.....

.....

.....

Terima kasih telah meluangkan waktu dan membantu mengisi kuesioner ini, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai pembahasan di atas demi perbaikan dan kelancaran dalam penyelesaian tugas akhir.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kuesioner Pengukuran Probabilitas *Basic Event Fault Tree Analysis* (FTA)

Berikut ini terlampir daftar *basic event* dari permasalahan tidak kembalinya material *support* pada proyek pembangunan *platform* beserta kolom-kolom untuk penilaian dari hasil kuesioner yang telah diberikan pada narasumber. Penilaian diambil dari data kuesioner yang berupa data kualitatif menjadi kuantitatif dengan merujuk pada frekuensi kejadian. Perhitungan probabilitas dari data kualitatif menjadi kuantitatif menggunakan *frequency index* di bawah ini :

Tabel *Frequency Index* (FI)

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	Frequent	Kejadian terjadi di setiap produksi <i>platform</i> .	10^{-1}
4	Reasonably Probable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-2}
3	Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-3}
2	Extremely Remote	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-4}
1	Extremely Improbable	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali produksi <i>platform</i> .	10^{-5}

(Sumber : DNV/Marine Risk Assessment, 2002)

Perhitungan Probabilitas *Basic Event Fault Tree Analysis* (FTA)

No.	Kode Kejadian	Nama Kejadian	1	2	3	4	5
1.	A.1.1	Penjelasan terkait hak milik material <i>support</i> tidak dicantumkan					
2.	A.1.2	Penjelasan terkait kewajiban pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan					
3.	A.1.3	Sanksi hukum ataupun denda bagi pihak sub kontraktor yang membawa material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak dicantumkan					
4.	A.1.4	Penjelasan mengenai batas waktu pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik sub kontraktor tidak dicantumkan					
5.	A.2.1	Ketegasan dari pihak kontraktor terhadap sub kontraktor kurang					
6.	A.2.2	Sikap sub kontraktor kurang profesional					
7.	A.2.3	Koordinasi antara kontraktor dan sub kontraktor kurang					
8.	B.1	Evaluasi secara berkala terkait material <i>support</i> tidak dilaksanakan					
9.	B.2	Hasil evaluasi di lapangan tidak diaplikasikan					
10.	B.3	Langkah preventif (pencegahan) untuk mencegah tidak kembalinya material <i>support</i> tidak dilakukan					
11.	B.4	Langkah mitigasi (pemulihan) setelah material <i>support</i> tidak kembali tidak dilakukan					
12.	C.1.1	Jumlah pengawas kurang					
13.	C.1.2	Jumlah pengawas tidak ditambah					
14.	C.1.3	Kompetensi pengawas kurang					
15.	C.2.1	Koordinasi antar pengawas tidak berjalan					
16.	C.2.2	Kesadaran pengawas akan kepemilikan material <i>support</i> kurang					
17.	C.2.3	Pengawasan terhadap material <i>support</i> tidak dilaksanakan					
18.	C.3	Pengawasan perusahaan akan asetnya kurang					
19.	D.1	Komunikasi terkait material <i>support</i> saat pembangunan berlangsung tidak dilaksanakan					
20.	D.2	Pertemuan membahas pengembalian material <i>support</i> setelah proyek selesai tidak dilaksanakan					
21.	D.3	Iktikad baik dari pihak sub kontraktor terkait pengembalian material <i>support</i> yang bukan hak milik tidak ada					

Langkah untuk melakukan wawancara *Fault Tree Analysis* (FTA) :

1. Menjelaskan mengenai pengertian *Fault Tree Analysis* (FTA) dan kegunaannya.
2. Menyusun diagram FTA dan meminta pendapat mengenai macam-macam *basic event*.
3. Melakukan konsultasi mengenai hasil dari kuesioner dan probabilitasnya.
4. Diagram FTA selesai dengan mengetahui apa saja permasalahan utama yang menyebabkan material *support* tersebut tidak kembali.

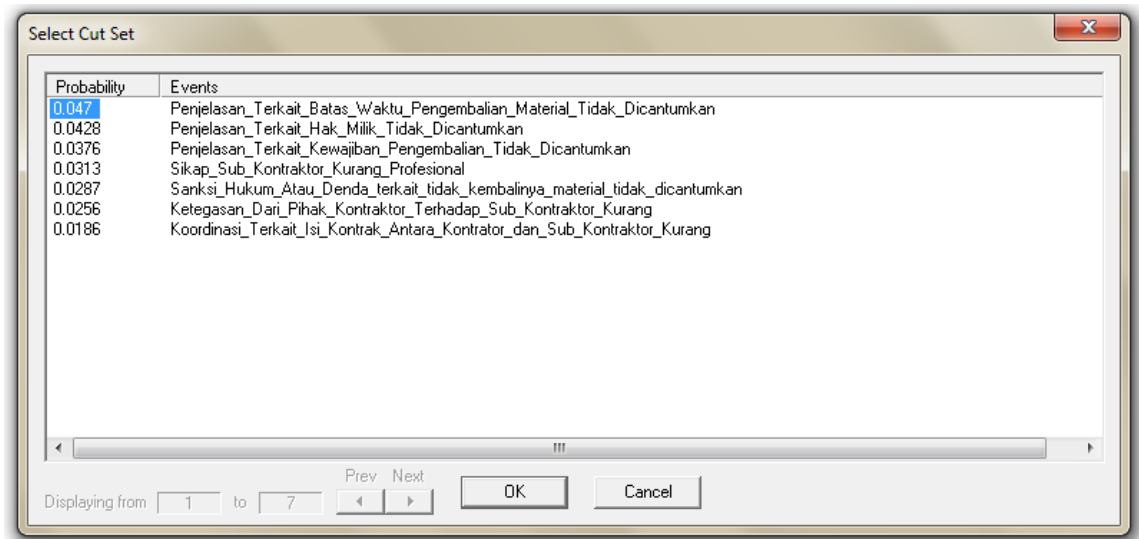
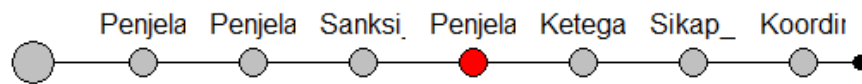
Langkah untuk melakukan wawancara *Event Tree Analysis* (ETA) :

1. Menjelaskan mengenai pengertian *Event Tree Analysis* (ETA) dan kegunaannya.
2. Menyusun diagram ETA dan meminta pendapat mengenai *pivotal event* beserta hasilnya (*output*).
3. Melakukan konsultasi mengenai *frequency index* dan *severity index*.
4. Menggolongkan hasil (*output*) ETA ke dalam masing-masing *index*.
5. Membuat *risk matrix diagram*.
6. Tiap *output* akan diketahui berapa *risk matrix*-nya.

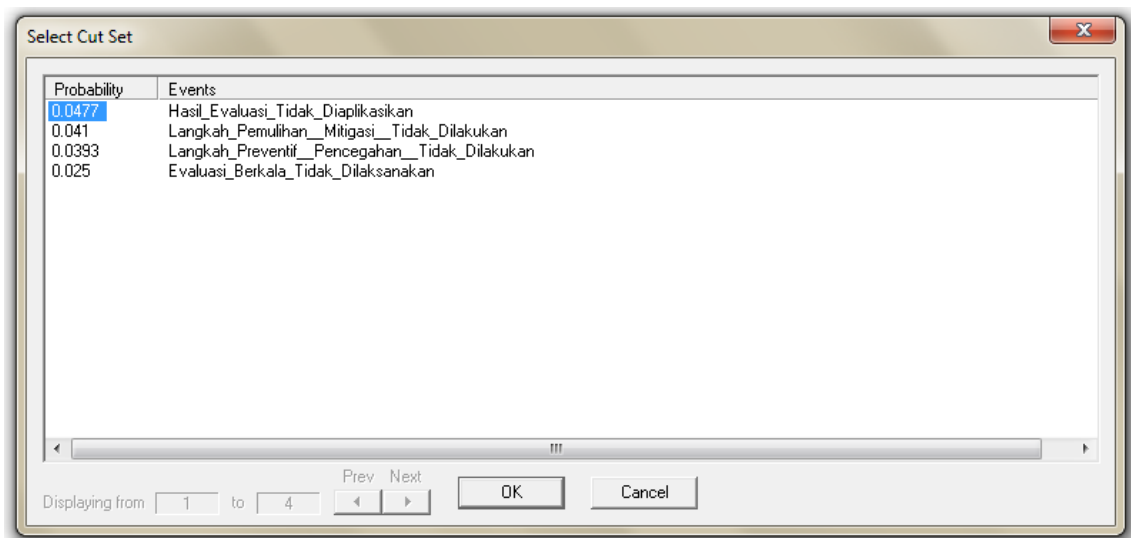
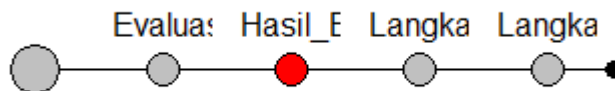
Langkah untuk melakukan wawancara *Bow-Tie Analysis* :

1. Menjelaskan mengenai pengertian *Bow-Tie Analysis* dan kegunaannya.
2. Melakukan konsultasi mengenai ancaman (*threat*) dan konsekuensi (*consequency*) dari *Bow-Tie diagram*.
3. Melakukan konsultasi lanjutan untuk menentukan solusi pencegahan (*preventive*) dan pemulihan dampak (*mitigation*) dari hasil *Bow-Tie diagram*.
4. Menunjukkan hasil *Bow-Tie diagram*.

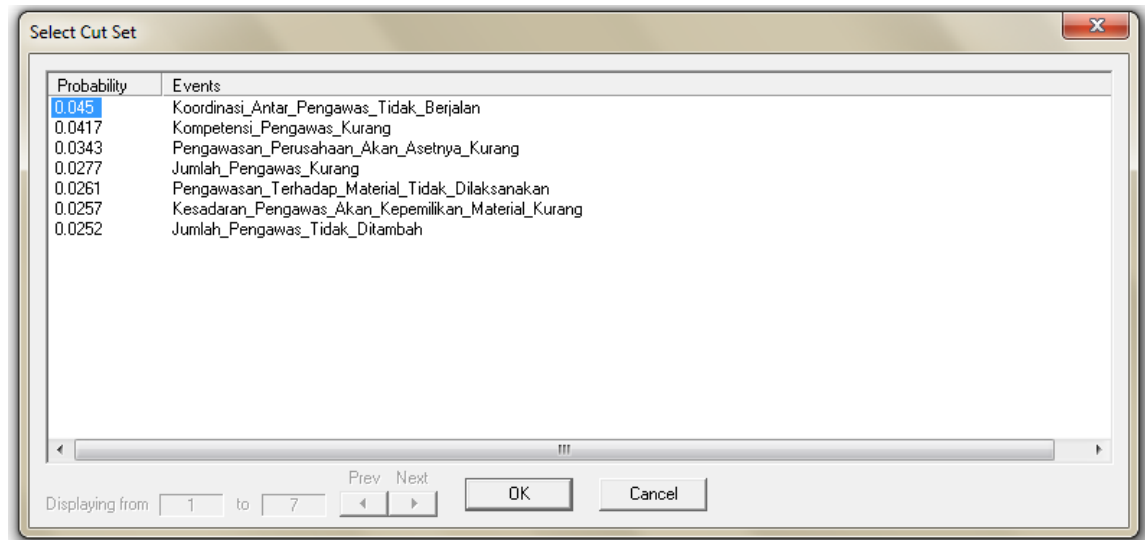
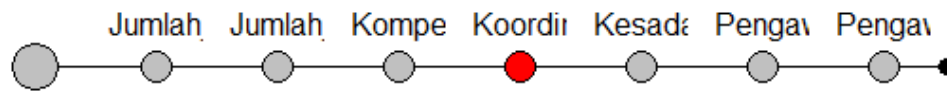
Minimal Cut Set pada Proses Perjanjian Kontrak Kurang Baik



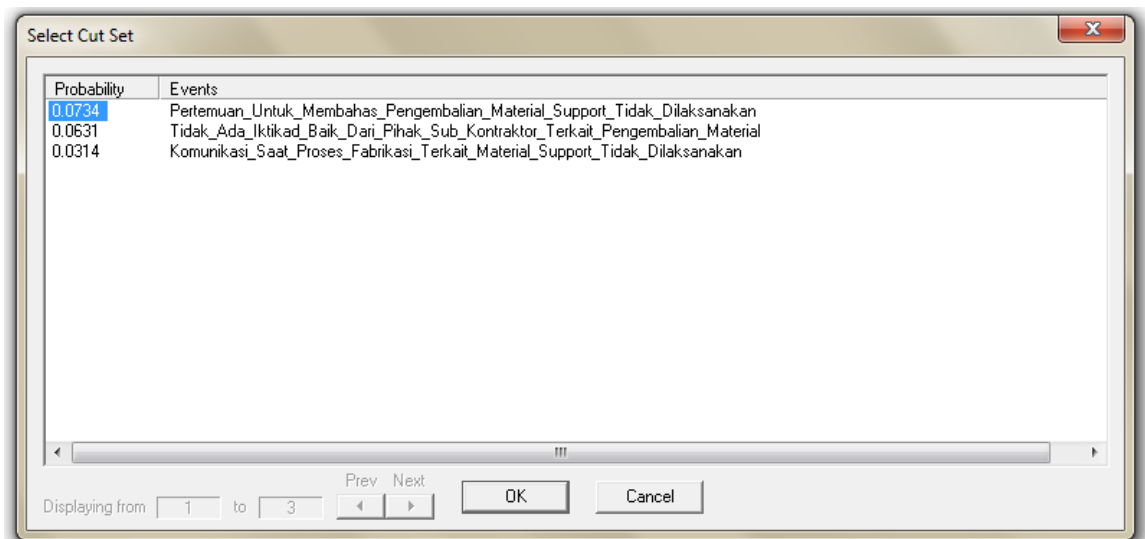
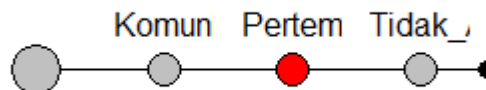
Minimal Cut Set pada Sistem Manajemen yang Buruk



Minimal Cut Set pada Pengawasan yang Lemah



Minimal Cut Set pada Komunikasi antar Kontraktor dan Sub Kontraktor Kurang Baik



BIODATA PENULIS



Mohamad Lukman Nur Khakim lahir di Sidoarjo Jawa Timur pada 21 April 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di SDN Keboan Sikep 1 Sidoarjo, dilanjutkan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Sidoarjo dan tingkat menengah atas di SMAN 1 Gedangan Sidoarjo. Setelah lulus SMA pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama menempuh masa studi selain aktif di bidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan di luar kampus. Kegiatan di luar kampus yang sedang dikerjakan yaitu menjadi *Independent Business Owner* bekerjasama dengan salah satu perusahaan asing yang sedang berekspansi di Indonesia. Penulis memiliki pengalaman melakukan kerja praktek di Divisi Rekayasa Umum PT. PAL Indonesia (Persero) selama 2 bulan. Penulis mengakhiri masa kuliah dengan menulis tugas akhir yang berjudul “Analisa Risiko Pengembalian Material *Support* pada Proyek EPCI BANUWATI-K GAS *Compressor Platform*”. Kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini dapat disampaikan melalui email penulis yaitu mohamadlukmannurkhakim@gmail.com.